

# Bouwstenen voor competentieontwikkeling Integraal Ontwerpen en Ondernemen



Deze publicatie hoort bij de  
leerstofbibliotheek  
Integraal Ontwerpen.

AcadeMi-IO



# Bouwstenen voor competentieontwikkeling Integraal Ontwerpen en Ondernemen



Deze publicatie hoort bij de  
leerstofbibliotheek  
Integraal Ontwerpen.



GMV is de branche van fabrikanten van machines voor de voedings- en genotmiddelenindustrie.

Deze publicatie hoort bij de leerstof bibliotheek 'bibl-IO' en is tot stand gekomen in het kader van de GMV-projecten, gefinancierd door Stichting Arbeidsmarkt en Opleiding Metalektro. De inhoud is ontwikkeld door TLO Holland Controls b.v. en partners.

© 2007 AcadeMi-IO  
Almkerk, secretariaat tel. 0183-403399

Alle rechten voorbehouden. Niets uit deze uitgave mag worden verveelvoudigd, opgeslagen in een geautomatiseerd gegevensbestand, of openbaar gemaakt, in enige vorm of op enige wijze, hetzij elektronisch, mechanisch, door fotokopieën, opnamen of op enig andere manier, zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van de uitgever.

# Inhoud

<b>Samenvatting</b> .....	<b>iii</b>
<b>1. Inleiding</b> .....	<b>1</b>
1.1 KNELPUNTEN IN DE MAAKINDUSTRIE.....	1
1.2 INTEGRAAL ONTWERPEN: NIEUW PARADIGMA.....	3
1.3 DOEL VAN DEZE PUBLICATIE .....	5
1.4 LEESWIJZER.....	6
<b>2. Werken volgens Integraal Ontwerpen</b> .....	<b>7</b>
2.1 BEDRIJFSTYPERING.....	7
2.2 HET ONDERNEMERSMODEL.....	8
2.3 BEDRIJFSPROCESSEN.....	10
2.4 FUNCTIES EN ROLLEN .....	17
2.5 ORGANISATIEVORM.....	19
<b>3. Rollen en taken</b> .....	<b>23</b>
3.1 ROLLEN IN HET MODELBEDRIJF .....	23
3.2 ROLLEN IN HET BELEIDSVLAK.....	24
3.3 ROLLEN IN HET ONTWIKKELVLAK .....	25
3.4 ROLLEN IN HET UITVOERINGSVLAK .....	33
<b>4. Competenties Integraal Ontwerpen</b> .....	<b>41</b>
4.1 VISIE OP COMPETENTIES .....	41
4.2 KERNCOMPETENTIES INTEGRAAL ONTWERPEN .....	41
4.3 BEROEPSCOMPETENTIES .....	42
4.4 PERSOONLIJKE COMPETENTIES .....	46
4.5 INTRODUCTIEMODULE .....	49
<b>5. Competentieontwikkeling Integraal Ontwerpen</b> .....	<b>51</b>
5.1 VISIE OP COMPETENTIEONTWIKKELING .....	51
5.2 UITVOEREN COMPETENTIEBEVORDERING.....	54
5.3 VIERCOMPONENTENMODEL.....	55
5.4 HET ONTWERPEN VAN LEERTAKEN.....	60
5.5 ONDERWIJSWERKVORMEN .....	61
5.6 METEN VAN COMPETENTIES .....	62
5.7 VOORBEELDUITWERKING .....	63
5.8 POSITIE INTRODUCTIEMODULE.....	68
<b>6. Leerstofbibliotheek ‘bibl-IO’</b> .....	<b>71</b>
6.1 HERKOMST LEERSTOF.....	71
6.2 AARD EN OMVANG LEERSTOF .....	71
6.3 GEBRUIK LEERSTOFBIBLIOTHEEK .....	72
6.4 ONDERHOUD LEERSTOFBIBLIOTHEEK.....	73
<b>Literatuurlijst</b> .....	<b>75</b>
<b>Termenlijst</b> .....	<b>77</b>

<b>Bijlage 1: Leidraad ontwikkelen innovatief onderwijs .....</b>	<b>78</b>
<b>Bijlage 2: Modulewijzer voorbeeldtoepassing .....</b>	<b>92</b>
<b>Bijlage 3: Standaard leerstofformats .....</b>	<b>100</b>
<b>Bijlage 4: Onderwijswerkvormen .....</b>	<b>102</b>
<b>Bijlage 5: Toetsinstrumenten .....</b>	<b>106</b>

## Samenvatting

Beleidsmakers en politici willen van Nederland een kenniseconomie maken. Daarmee haken ze in op de trend dat de aanbodeconomie, van oudsher de markt voor diensten en producten, zich in hoog tempo ontwikkelt tot een moderne vraaggestuurde economie, waarin kennis een kostbaar goed is.

Op macroniveau zijn er momenteel echter vier belangrijke knelpunten die de ontwikkeling van de kenniseconomie belemmeren: de afnemende concurrentiepositie, de onaantrekkelijkheid van techniek, blokkades in de kennisketen en het ontbreken van een breed gedragen visie op werken in de kenniseconomie. Om aan deze knelpunten het hoofd te bieden is een paradigmaverandering nodig. Integraal Ontwerpen (IO) maakt van dat nieuwe paradigma een wezenlijk deel uit.

IO wordt toegelicht aan de hand van een modelbedrijf, ingericht volgens de nieuwe denk- en werkwijze van Integraal Ontwerpen in de Industriële Omgeving. We richten ons op engineering-op-order bedrijven en onderscheiden daarbinnen drie niveaus: beleidsbepaling, ontwikkeling en uitvoering. Op elk niveau spelen zich processen af, uitgevoerd door medewerkers in verschillende rollen. We definiëren het modelbedrijf door de processen te beschrijven, waarbinnen we 17 rollen een plaats geven. We hebben daarbij niet naar de traditionele maar naar de IO invulling van beroepstaken gekeken en kiezen daarmee voor een innovatieve, theoretische insteek. Uitgangspunt zijn de ervaringen van visitatiecommissies en beroepenveldonderzoek, waaruit de noodzaak van een nieuwe manier van werken (anders werken) naar voren kwam en de behoefte aan nieuw onderwijs (anders leren).

Een belangrijk kenmerk van de nieuwe rollen is dat ze “rijk” zijn, dat wil zeggen dat ze integraal betrokken en/of verantwoordelijk zijn in een bepaald functioneel gebied van het bedrijf door het uitvoeren van een of meer complexe taken. Hierdoor ontstaat een besef van persoonlijke toegevoegde waarde, waardoor de motivatie van de werknemer enorm stijgt. Daarnaast zitten in de complexe taken uiteraard de concepten van IO verwerkt. De processen in het modelbedrijf worden teamsgewijs aangepakt, waarbij de samenstelling afhankelijk is van het te realiseren doel. Er worden zeven teams beschreven voor een aantal generieke bedrijfsprocessen.

In traditionele bedrijven kennen we de traditionele rollen van de technisch specialisten uit de industriële diplomafabriek die binnen Tayloristisch georganiseerde bedrijven de hoofdrol spelen. Integraal Ontwerpen vraagt een nieuw soort medewerkers, die anders werken en anders leren. Dat heeft aanzienlijke consequenties voor zowel het toeleverende beroepsonderwijs alsook voor het bedrijfsleven zelf, waar zittende medewerkers moeten transformeren van technisch specialisten tot multidisciplinair samenwerkende teamspelers. Medewerkers zullen over IO-vaardigheden moeten beschikken, in een drietal categorieën: het gaat om multidisciplinair handelen, levenscyclusgericht denken en ondernemerschap. Daarnaast zijn er persoonsgerichte competenties, die niet los te denken zijn van de IO-competenties. Ze hebben te maken met systeemdenken, zelfmotivatie en sociale vaardigheden; we kunnen ook zeggen: met denken, willen en voelen. IO-vaardigheden en persoonlijke competenties zijn wel te onderscheiden maar niet te scheiden, als schering en inslag van hetzelfde weefsel.

Naast anders werken, vragen de geschetste ontwikkelingen ook om een andere wijze van leren, waarin competentieontwikkeling en betekenisvol leren centrale begrippen zijn. Traditionele leerstof is niet direct toepasbaar voor de nieuwe wijze van leren, dus is een conversieslag gemaakt waarbij de leerstof is geflexibiliseerd. Bij dit proces is gekozen voor het '4C/ID-model', zoals ontwikkeld door Van Merriënboer. Dit model voor het ontwerp van instructie onderscheidt vier soorten leerstof voor het aanleren van complexe taken: leertaken, ondersteunende informatie, Just-in-time (JIT) informatie en deeltaakoefeningen. Deze componenten, in combinatie met instrumenten voor competentiemeting en toetsing, vormen de basis voor anders leren. De toepassing van deze methode wordt geïllustreerd aan de hand van een concreet voorbeeld.

Op de Cd-rom behorend bij deze publicatie staat de eerste versie van de leerstofbibliotheek 'bibl-IO'. De leerstof in deze bibliotheek is afkomstig uit IO projecten en opleidingen, waaronder de Masteropleiding Integraal Ontwerpen in de Industriële Omgeving (IOIO). De leerstof is met name geschikt voor het opleidingsniveau HBO en WO. Diverse hogescholen en kennisbureau's, verenigd in het IO-Consortium, hebben hieraan bijgedragen. Het gaat in totaal om meer dan 300 tekstdocumenten en presentaties, die zijn geïllustreerd naar componenttype, onderwerp (33 in totaal) en complexe taak (48 in totaal) waarop deze betrekking heeft. Via een webbrowser kan eenvoudig naar leerstof gezocht worden via beroepsrollen, bedrijfsprocessen of onderwerp. Periodiek worden updates van 'bibl-IO' verwacht.



# 1. Inleiding

De economie is langzaam maar zeker ingrijpend aan het veranderen. De aanbodeconomie, van oudsher de markt voor diensten en producten, ontwikkelt zich in hoog tempo tot een moderne vraaggestuurde economie, waarin afnemers het voor het zeggen krijgen en waarin kennis een kostbaar goed is.

Het gevolg van deze zogeheten ketenomkering is dat veel productiebedrijven moeten omschakelen van het aanbieden van standaardproducten naar flexibele, vraaggestuurde dienstverlening. Dit geldt voor zowel de massaproductie- als engineering-to-orderbedrijven. Een bijkomende trend die het belang van kennisproductiviteit in de Nederlandse maakindustrie onderstreept is dat steeds meer productiewerk verschuift naar bedrijven in Oost-Europa en Azië. Zo zijn er op macroniveau belangrijke knelpunten die de ontwikkeling van de kenniseconomie belemmeren. Om aan deze knelpunten het hoofd te bieden is een paradigmaverandering nodig. Integraal Ontwerpen maakt van dat nieuwe paradigma een wezenlijk deel uit.

## 1.1 Knelpunten in de maakindustrie

Zonder op details in te gaan willen we vier knelpunten onderscheiden die remmend werken op de groei van de kenniseconomie: de afnemende concurrentiepositie, de onaantrekkelijkheid van techniek, blokkades in de kennisketen en het ontbreken van een breed gedragen visie op werken in de kenniseconomie.

### 1.1.1 Concurrentiepositie herwinnen

De concurrentiepositie van Nederland als industrieland komt steeds meer onder druk te staan. De industrie zit nog te veel gevangen in de kenmerken van het industriële tijdperk: vergaande taakdifferentiatie, Tayloriaanse organisatievormen en het aanbodgerichte denken. Deze factoren blokkeren vernieuwingen. Het ontbreken van samenwerking in de keten tussen makers en gebruikers van producten leidt tot onnodig hoge kosten voor de eindklant. Daarnaast blijft het toepassen van ICT voor het stroomlijnen van processen sterk achter.

Deze ontwikkelingen zijn reeds in 1995 vastgesteld door de Hbo-visitatiecommissie Werktuigbouw en Scheepsbouw. Integraal Ontwerpen (IO) was hierop het antwoord. Dit omvat duurzaam, kennisintensief en vraaggestuurd ontwerpen en produceren. Duurzaamheid richt zich op milieu- en gebruiksbewust ontwerpen. Kennisintensief produceren richt zich op het verhogen van de kennisproductiviteit en het meeleveren van toegevoegde waarde. Vraagsturing richt zich op het flexibel en op maat leveren van producten en diensten volgens klantwensen.

Uit projecten in de verschillende sectoren bij zowel de grote bedrijven als het MKB blijkt toepassing van IO drastische voordelen te bieden voor zowel het bedrijf als de medewerkers. Het structureren van kennis in digitale bibliotheken ten behoeve van hergebruik blijkt een van de sleutels.

### 1.1.2 Techniek aantrekkelijk maken

De aantrekkelijkheid voor de jeugd van het techniekonderwijs baart grote zorgen. Techniek is uit. Oorzaken hiervan zijn het slechte imago van het technisch onderwijs, het eenzijdig aanbodgerichte karakter en de fuikwerking bij de instroom. Bij slecht imago horen beelden als zwaar, later weinig verdienen en vuile handen. Aanbodgericht karakter refereert aan het onderwijssysteem

(klassikaal, frontaal). Met fuikwerking bedoelen we dat jongelui al direct een min of meer definitieve keuze moeten maken voor een specialistische vakopleiding. Dit alles leidt tot een terugloop van de instroom en tot een relatief hoge uitval in het technisch onderwijs. Het gevolg is dat er te weinig technisch opgeleide schoolverlaters de arbeidsmarkt instromen. Van deze drie genoemde oorzaken is het slechte imago specifiek voor techniek terwijl de overige twee elementen generiek zijn voor alle sectoren. Maar er zijn oplossingen mogelijk. Het klassieke imago van techniek, als zijnde een werkplaats waarbinnen het ambacht domineert, is fout. De creatiefunctie en de instandhoudingsfuncties blijven daarin onderbelicht. Techniek is juist uitermate rijk aan rollen: het is onder meer verkopen, creëren, managen en onderhouden. Dit laatste is niet saai maar een rol vol avontuur, zoals het op pad gaan naar Singapore om daar een baggervartaug te repareren.

### **1.1.3 Kennisketen ontschotten: innovatieparadox**

Kenniscirculatie tussen scholen en bedrijven komt onvoldoende op gang. Hoewel er een grote bereidheid tot innoveren is stroomt toegepaste kennis voor het creëren van innovaties niet echt door. Met name voor het MKB zou het beroepsonderwijs, en de hogescholen in het bijzonder, de toeleverancier moeten zijn. Uit visitatierapporten blijkt echter dat deze functie nagenoeg ontbreekt. De kennisketen, die van de universitaire wereld via het beroepsonderwijs naar het bedrijfsleven loopt, is op twee plaatsen geblokkeerd door een schot. Het eerste schot bevindt zich tussen de academische wereld en het beroepsonderwijs. Innovatieve theoretische concepten, ontwikkeld in de academische wereld, blijven onbenut liggen en zijn niet toepasbaar gemaakt voor en door het beroepsonderwijs. Samenwerking rond dit thema is in de kolom laag ontwikkeld. Het tweede schot bevindt zich tussen het beroepsonderwijs en het bedrijfsleven. In de huidige situatie gebeurt het uitwisselen van kennis op een vrijblijvende basis met een beperkte coaching.

Bedrijven leggen soms problemen voor aan HBO-studenten, maar de afstudeerscriptie krijgt hogere prioriteit dan het bedrijfsprobleem, en vervolgens verdwijnt het afstudeerrapport in een donker archief. Ook hier weer een aanbodbenadering. Van expliciete kenniscirculatie is nauwelijks sprake. De Adviesraad voor het Wetenschaps- en Technologiebeleid spreekt over de innovatieparadox: we zijn slim genoeg, we moeten innoveren, maar we gebruiken de kennis niet. Hoe deze paradox te doorbreken? We weten dat individuen leren in een cyclisch proces. Dat geldt ook voor bedrijven en scholen. Dus moeten de organisaties die cyclus gaan organiseren. Nonaka heeft dit beschreven onder de term twee orde leren. Voor innovatiebevordering in met name het MKB is ontschotten van die kennisketen essentieel.

### **1.1.4 Kenniswerken laten leven**

Ook ten aanzien van de visie op de rol van medewerkers als kenniswerkers bestaan er knelpunten, want een consistente en breed gedragen visie op werken ontbreekt. Terwijl het onderwijs vernieuwt blijft het bedrijfsleven steken in 'oude visies' op werken. Het werk in de industrie is onder invloed van het Taylorisme vergaand opgesplitst en gedifferentieerd naar taaksoorten en onderdelen. Immers de arbeidsorganisatie is veelal nog hiërarchisch en bureaucratisch van aard. Als studenten vanuit het nieuwe leren in deze omgeving praktijkervaring moeten opdoen zal de confrontatie met het oude denken hen voor problemen stellen. Om het nieuwe type van werken te laten leven is een generiek bedrijfsmodel ontwikkeld. Dit model beschrijft de hoofdfuncties van een bedrijf, welke bestaan uit uitvoeren, ontwikkelen, beleid bepalen en ondernemen. Deze vier hoofdfuncties zijn verder onderverdeeld in 17 rollen. Het zijn rollen die altijd

worden vervuld of het nu een eenmansbedrijf betreft of een bedrijf van duizend medewerkers. Door dit bedrijfsmodel op school te laten leven in de vorm van een leerbedrijf kunnen leerlingen ontdekken welke rollen hen aanspreken. Door het toevoegen van ICT is routinedenkwerk te automatiseren; in kennismanagementsystemen is kennis vastgelegd voor hergebruik. Een Virtueel Bedrijf (VB) is een kennisbedrijf of kennisorganisatie waarin studenten en docenten professionele rollen vervullen. Studenten en docenten werken samen in projectteams voor echte opdrachtgevers en hebben eigen verantwoordelijkheden en taken in de bedrijfsvoering van een VB. De nieuwe leerbedrijven zijn meer dan stageplekken: het zijn uitgebreide en concrete toepassingen van nieuwe bedrijfsorganisaties. Het Virtueel Bedrijf (VB) is een kennisorganisatie waarin studenten en docenten professionele rollen vervullen. Ze werken samen in projectteams voor echte opdrachtgevers en hebben eigen verantwoordelijkheden en taken in de bedrijfsvoering van het VB. De Open Universiteit heeft dit type leerbedrijf ontwikkeld en inmiddels best practices opgebouwd met Hogescholen. In een tweede type, gericht zich op HBO-MBO-niveau leert men ervaringskennis op methodische wijze vast te leggen in kennismanagementsystemen. Dit type leerbedrijf is ontwikkeld in een IO-maatschap en beproefd bij twaalf bedrijven in het IO-project van de GMV/FME. Ervaringen met dit leerbedrijf worden gedeeld met Hogescholen in HTNO-verband.

## **1.2 Integraal Ontwerpen: nieuw paradigma**

Aan de kenniseconomie liggen enkele innovaties ten grondslag, namelijk het sociaal constructivisme op het gebied van het anders leren, integraal ontwerpen en bestuurlijke innovatie op het gebied van het anders werken en de ketenbenadering door de sturende overheid. Dit alles leidt tot anders circuleren van kennis tussen scholen en bedrijven en een meer productieve loopbaanontwikkeling van studenten en medewerkers. Wat bedoelen we nu precies met de Integraal Ontwerpen en met de nieuwe competenties die daarvoor nodig zijn?

### **1.2.1 Meer arbeidsproductiviteit**

Moderne bedrijven vragen om medewerkers met nieuwe competenties, zo bleek uit de visitaties op de Hogescholen in 1994. Om de geconstateerde kloof te dichten tussen de behoeften van het bedrijfsleven en het aanbod van de scholen is het project Integraal Ontwerpen uitgevoerd. In dit project is op basis van toekomstscenario's aan 30 bedrijven gevraagd hoe hun bedrijfsvoering er uit zou zien als ICT meer zou worden toegepast in processen en producten. Dit heeft inzicht verschaft in nieuwe werkerreinen, rollen en beroepscompetenties. De nieuwe competenties betreffen vaardigheden die gerelateerd zijn aan systeemdenken, samenwerken, de productlevenscyclus en aan ondernemingszin. Competente medewerkers dragen bij aan technologie met een integratiever en duurzamer karakter. Competente medewerkers zorgen dat bedrijfsprocessen twee maal sneller, twee maal beter en twee maal goedkoper gaan. Dit is het doel van Integraal Ontwerpen.



Figuur 1 Meer arbeidsproductiviteit

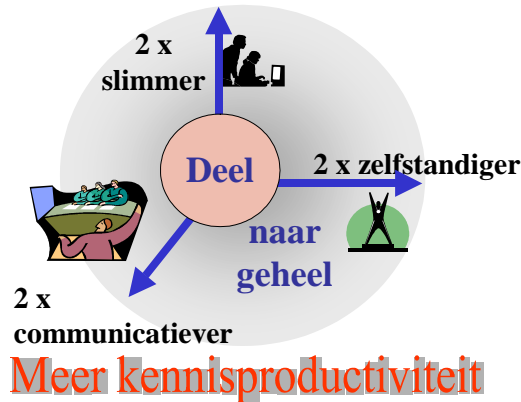
Concreet betekent dit:

- Twee maal sneller ontwikkelen en produceren door life cycle-benadering. De focus verschuift van deelfasen naar het productcreatieproces als geheel. Medewerkers moeten kunnen anticiperen op komende fasen, ze moeten producten kunnen modelleren en analyseren. De competentie is dus het multi-functioneel kunnen integreren van productinformatie en processen over de gehele productlevenscyclus. Medewerkers moeten kunnen omgaan met ICT en met begrippen als ketenomkering, allianties, concurrent engineering, duurzaam produceren, veiligheid en minimale (faal)kosten voor de eindklant.
- Twee maal beter door een multidisciplinaire aanpak; van vakdiscipline naar integratie van specialismen, werken in procesgerichte teams. Competenties zijn brede vakkennis en betrokkenheid op aanverwante disciplines. De focus verschuift van kennis van eilanden naar kennis van interfaces. We spreken van de brede techniek, te verrijken met bedrijfskundige- en ICT- kennis voor flexibilisering en informatisering van producten en processen.
- Twee maal goedkoper door innovatief ondernemerschap op alle niveau's. De benadering van beleid, ontwikkeling en uitvoering is een integrale. Medewerkers raken meer gemotiveerd door de integratie en zijn mede-ondernemers met oog voor kostenreductie en kennis van bedrijfsprocessen. Ze kunnen marktgericht denken en kunnen adaptief reageren op marktkansen als deelnemer in netwerken of als potentiële starter.

### 1.2.2 Meer kennisproductiviteit

Bovendien zijn de moderne bedrijven niet meer tevreden met alleen een cijferlijst met voldoende. Het gaat hen daarnaast om een oordeel over het potentieel, de persoonlijkheid, de houding, de sociale vaardigheden en communicatie-skills en of men een teamplayer is. Dit zijn de 'nieuwe' persoonlijke competenties die bedrijfsmedewerkers nodig hebben om anders te kunnen werken.

Door te investeren in 'anders leren' (volgens de principes van het sociaal constructivisme) krijgen mens en organisatie een meer zelflerend en zelfsturend karakter, waardoor bedrijven adequater kunnen reageren op snel wisselende marktfragen. Werknemers worden zelfstandiger, communicatiever en slimmer.



**Figuur 2** Meer kennisproductiviteit

Concreet is dit als volgt te realiseren:

- Medewerkers worden zelfstandiger door het ontwerp van zelfsturende werkvormen. Van eenvoudige taken naar motiverende rollen. Werknemers zijn competent in zelfsturend leren. Zelfsturing vraagt om het verrijken van de klassieke uitvoerende taken met procesregeltaken en normregeltaken. In een context die rijk is aan beroepsrollen ontstaat ruimte voor ontdekkend leren en een motiverende arbeidsidentiteit. Bij zelfsturing gaat het om individuele keuzes maken, je taak dus niet opvatten als een deeltaakje maar als element van een grotere rol die betekenis verleent aan je leerwerkgeving.
- Medewerkers worden “slimmer”, althans de kennisproductiviteit stijgt door het bevorderen van metacognitieve vaardigheden. Van losse vakken naar complete, hele en steeds complexere taken. Werknemers beschikken over de competentie om te kunnen omgaan met zaken als systeemleer, kenniskunde en ICT. Kenniscreatie is persoonlijke kennis modelleren en expliciet maken. Meer mensen kunnen dan delen in die kennis. Hieruit ontstaan nieuwe combinaties en komt innovatie op gang; dit vormt de basis voor kennisproductiviteit.
- Medewerkers worden sociaal vaardiger en communicatiever door frequente reflectie op vaardigheden. Van losse trainingen naar loopbaanontwikkeling. Werknemers zijn sociaal vaardig en competent om het beste uit mensen te halen, te kunnen motiveren. Het werken in learning communities en netwerken draagt belangrijk bij aan het ontwikkelen van deze vaardigheid. Wat niet bijdraagt is het autoritair en machinaal instructies uitdelen op de werkvloer en in de klas.

*Het is nu de combinatie van de beroepscompetenties en de persoonlijke competenties, die - als rotor en stator - samen de motor vormen van de vernieuwing van de Nederlandse maakindustrie richting kenniseconomie.*

Het eerste competentiecluster is dus gerelateerd aan technische bedrijven, het tweede verwijst naar competenties die als het ware voor elk beroep zinvol zijn.

### 1.3 Doel van deze publicatie

Sinds 1994 heeft rond Integraal Ontwerpen veel ontwikkeling plaatsgevonden. Er zijn modellen ontwikkeld, er is software ontworpen en veel leerstof geschreven. De IO-concepten blijken katalysatoren voor een innovatieproces. De ontwikkelfase, abstract en conceptueel van aard, ligt grotendeels achter ons. Niet

alleen zijn curricula ontwikkeld maar ook de ondersteunende processen en faciliteiten. Onder processen verstaan we een nieuwe manier van leren, werken en circuleren van kennis. Het gaat daarbij om constructivisme, om zelfsturing, om het uitwisselen van kennis tussen scholen en bedrijven en om informatisering. Onder faciliteiten verstaan we de digitale leeromgeving, content georiënteerde systemen zoals virtuele bedrijven en het inrichten van ICT-omgevingen zoals Blackboard.

In de volgende fase van het innovatietraject, rond 2003, werd het instrumentarium verankerd. Met het aanbreken van fase drie, de verbreding, neemt ook de acceptatie van het IO-instrumentarium een brede vlucht. Het zijn drie noodzakelijke stappen om te komen tot een succesvolle implementatie.

Het doel van deze publicatie is om bedrijfsopleiders wegwijs te maken in het grote aanbod aan IO-leerstof en de mogelijkheid te bieden om gerichte competentiebevordering te realiseren. Waar het tot voor kort nog gebruikelijk was om medewerkers naar een cursus te sturen, groeit nu de behoefte aan on-the-job leren.

## **1.4 Leeswijzer**

Deze publicatie hoort bij de Cd-rom met de leerstofbibliotheek 'bibl-IO' en gaat dieper in op een aantal pijlers van IO; kennis benodigd om de leerstof op nuttige wijze te kunnen inzetten. In hoofdstuk 2 wordt aan de hand van de beschrijving van een modelbedrijf uitgelegd hoe Integraal Ontwerpen ingrijpt op een bedrijf in termen van structuur, processen en organisatie. Het biedt de lezer een praktische vertaling van de concepten van Integraal Ontwerpen naar een situatie van 'anders werken'. Daarnaast is het een basis voor de gedetailleerde beschrijving van rollen en taken in hoofdstuk 3. Van iedere rol wordt een beschrijving gegeven van het werkterrein en de complexe taken die bij de rol behoren, inclusief deelvaardigheden. Bij het uitvoeren van complexe taken spelen de kerncompetenties Integraal Ontwerpen een belangrijke rol. Deze kerncompetenties zijn verbonden met het nieuwe paradigma en worden behandeld in hoofdstuk 4. De wijze waarop gerichte competentieontwikkeling kan worden gerealiseerd volgens de principes van 'anders leren' komt aan bod in hoofdstuk 5. Naast een uitleg van het gekozen onderwijsmodel, wordt aan de hand van een voorbeeld toegelicht hoe dit praktisch toegepast kan worden voor het ontwerp van onderwijs. De leerstofbibliotheek 'bibl-IO', die voor dit proces bouwstenen biedt, wordt nader toegelicht in hoofdstuk 6.

## **2. Werken volgens Integraal Ontwerpen**

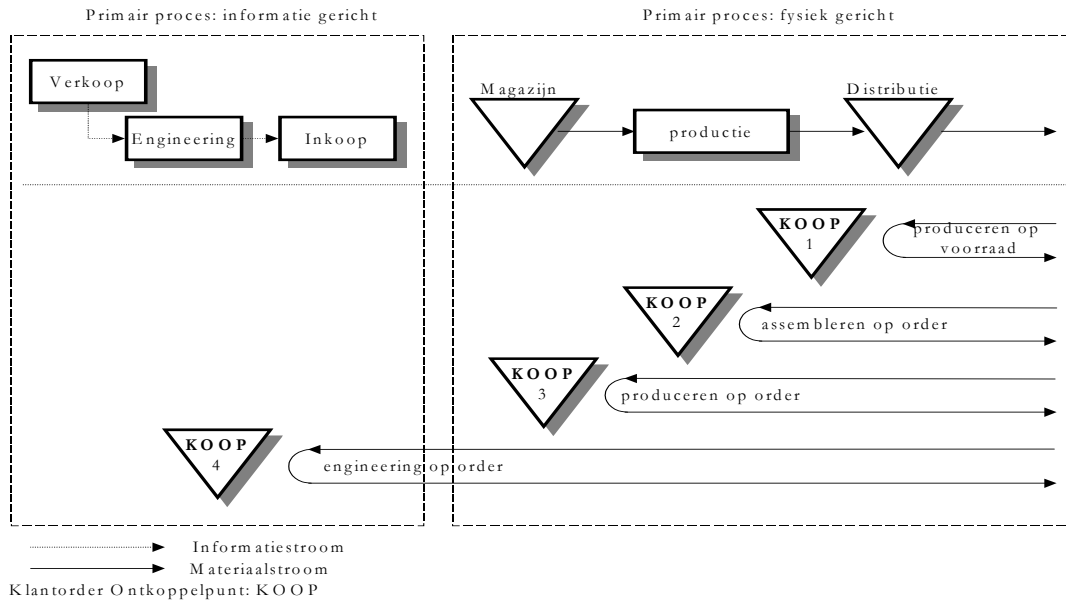
Integraal Ontwerpen is een denk- en werkwijze die uitgaat van de verschillende levensfasen van een product. In de verschillende fasen wordt niet vanuit één discipline of één functie gekeken, maar worden juist alle relevante disciplines en alle functies in samenhang met elkaar beschouwd. Vanuit zo'n benadering is het mogelijk om wensen en eisen van klanten effectiever en efficiënter tegemoet te komen, kunnen doorlooptijd en kwaliteit van producten worden verbeterd en is een meer effectieve en efficiënte inzet van mensen, middelen en faciliteiten mogelijk. Toegepast in de praktijk van de Industriële Omgeving kan dit leiden tot een ingrijpende verbetering van de concurrentiepositie. Het toepassen van de concepten van Integraal Ontwerpen binnen bedrijven leidt tot de realisatie van drastische voordelen; populair gezegd twee keer sneller, twee keer beter en twee keer goedkoper.

In dit hoofdstuk wordt de nieuwe denk- en werkwijze van Integraal Ontwerpen concreet gemaakt door de beschrijving van een modelbedrijf Integraal Ontwerpen. Dit modelbedrijf is volledig ingericht volgens de denk- en werkwijze van Integraal Ontwerpen in de Industriële Omgeving (Metalektro). Gezien deze doelgroep beperkt dit hoofdstuk zich tot engineer-op-order bedrijven. Het overgrote deel van de doelgroep zijn van dit bedrijfstype.

Na een toelichting op het bedrijfstype engineer-op-order wordt het ondernemersmodel beschreven aan de hand waarvan het modelbedrijf, functioneel gezien, is ingericht. In de volgende paragraaf worden de processen op de verschillende vlakken in het ondernemersmodel beschreven. Na een nadere begripsbepaling volgt tenslotte de organisatievorm van het modelbedrijf.

### **2.1 Bedrijfstypering**

De groep bedrijven waar we ons in dit document op richten betreft een groot deel van de bedrijven die deel uitmaken van de Metalektro. De Metalektro bestaat uit bedrijven die zich richten op de vervaardiging van producten van metaal, machines en (elektronische) apparaten en transportmiddelen. Veel van deze bedrijven zijn van het type Engineering-op-order. Daarnaast onderscheiden we nog drie andere typering, namelijk: Produceren-op-Voorraad, Assembleren-op-Order en Produceren-op-Order.



**Figuur 3** De invloed van de klantenorder op de bedrijfsprocessen

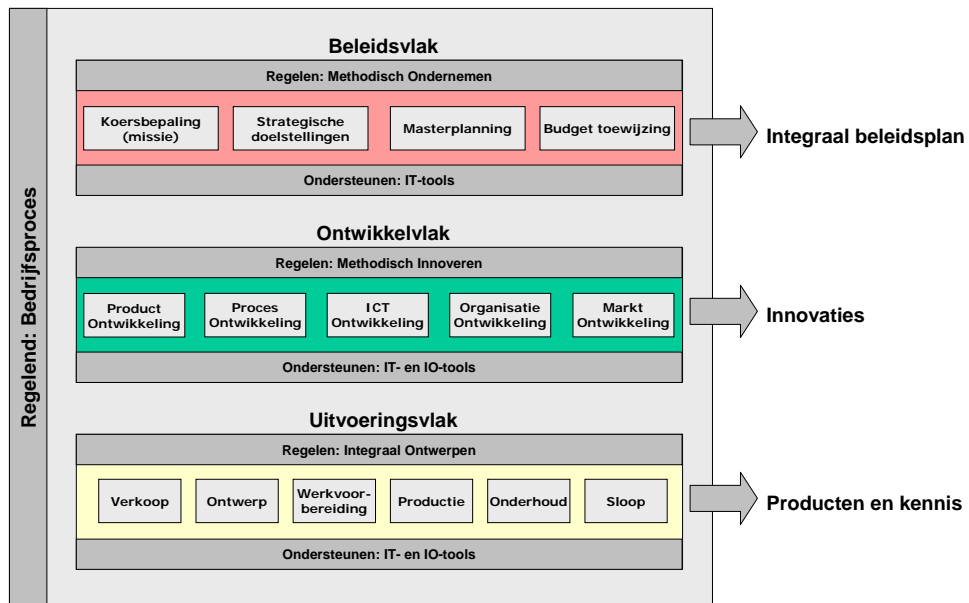
De typering van een bedrijf hangt af van hoever de klantspecificaties doordringen in de bedrijfsprocessen. In Figuur 3 is de invloed van de klantspecificaties op de bedrijfsprocessen weergegeven. We onderscheiden dus vier typen: KOOP 1, 2, 3 en 4 (KOOP staat voor KlantenOrder OntkoppelPunt). Per bedrijfstype is de mate aangegeven waarin de specificaties van de klant de bedrijfsprocessen beïnvloeden. Links van het KOOP zijn de bedrijfsprocessen, producten en informatie klantonaafhankelijk, aan de rechterkant vertegenwoordigen de informatiestromen en de fysieke producten de klantspecificaties.

Deze typering geeft aan dat de concepten van Integraal Ontwerpen niet in elk bedrijf dezelfde impact hebben. Bedrijven van het type Produceren-op-Voorraad implementeren Integraal Ontwerpen op een andere manier dan bedrijven van het type Engineering-op-Order. Zoals gezegd richten we ons in deze publicatie op bedrijven van het type Engineering-op-Order.

## 2.2 Het Ondernemersmodel

Bedrijfsprocessen spelen zich, functioneel gezien, af op verschillende niveaus van ondernemen. Voor het positioneren van die processen en de rollen daarbinnen gaan we uit van een ondernemingsmodel met drie niveaus: beleid, ontwikkeling en uitvoering, zie Figuur 4. Het model maakt duidelijk dat een bedrijf meer is dan een organisatie voor het uitvoeren van het primaire proces en het beleidsmatig aansturen daarvan. Het vloeiend in de lucht houden van de drie deelsystemen is niet een acrobatisch hoogstandje, maar de kern van het ware ondernemerschap. Verwaarlozing van een van de deelsystemen heeft een hoge prijs, dat weten de meeste ondernemers wel. Maar iets wat veel vaker fout gaat, is het niet op elkaar aansluiten van de verschillende functies; deze functies dienen geïntegreerd te zijn.





**Figuur 4** Processen in het modelbedrijf Integraal Ontwerpen

Kenmerkend voor het modelbedrijf is met name dat het expliciet aandacht schenkt aan ontwikkeling. Het is namelijk van levensbelang om los te komen uit de nu-straks klem van het lopende orderwerk, te reflecteren op de processen en om een integrale afstemming te bereiken in producten, processen en faciliteiten. Een ander kenmerk van het modelbedrijf, wat overigens wel met het vorige samenhangt, is dat het modelbedrijf een lerende organisatie is. De mensen leren uiteraard binnen hun primaire taak, bijvoorbeeld door vakliteratuur of het volgen van een cursus, en daarbij doen ze positieve of negatieve ervaringen op. Maar meer essentieel nog is het leren van die ervaringen en daar als organisatie lessen uit trekken. Tussen ontwikkeling en uitvoering vindt het proces van tweede-orde leren plaats. Deze vorm van leren is alleen dan effectief als alle medewerkers daarbij betrokken zijn. Hoofd en handen mogen niet zijn gescheiden. Organisaties die het principe van zelfsturing hoog in het vaandel hebben staan zullen zorgen dat de medewerkers in het uitvoerend vlak ook bijdragen aan het ontwikkelvlak. Een strikte scheiding van uitvoering en ontwikkeling is dan uit den boze. We onderscheiden dus drie vlakken:

1. In het beleidsvlak worden door het management alle aspecten van het beleid gedefinieerd. Hierbij kan gedacht worden aan beleid ten aanzien van producten, markten, technologie, personeel, kwaliteit, etc. Hier komt het integrale beleidsplan voor de onderneming tot stand.
2. In het ontwikkelvlak komen innovaties tot stand, niet alleen van producten, maar ook van processen, ICT-systemen, organisatiemodellen en marketingacties. Tevens vindt hier een deel van de beleidsvoorbereiding plaats.
3. In het uitvoerend vlak vindt de in- en verkoop plaats, het ontwerpen, de productievoorbereiding, de productie zelf, de service en de recycling. Deze functies resulteren in het eindproduct waaraan het bedrijf zijn bestaansrecht ontleent.

## **2.3 Bedrijfsprocessen**

Op elk van de drie niveaus - beleid, ontwikkeling en uitvoering - vinden essentiële processen plaats zonder welke de onderneming niet zou floreren. We beschrijven de samenhangende processen. Wat is het typische aan een onderneming die Integraal Ontwerpen in het vaandel voert? Om die vraag gaat het als we de bedrijfsprocessen op de drie niveaus gaan beschrijven.

### **2.3.1 Beleidsvlak**

In de traditionele situatie heeft het beleid vaak een versnipperd karakter. Het beleid wordt vaak slechts afzonderlijk gedefinieerd ten aanzien van een beperkt aantal aspecten. Zo hebben veel organisaties afzonderlijk beleid ten aanzien van producten, personeel en kwaliteit en vaak ontbreekt zelfs een of meer van deze aspecten. In veel bedrijven wordt het beleid nog steeds top-down door het management bepaald en zonder de inbreng van de bedrijfsmedewerkers. De medewerkers worden door het management gestuurd en beoordeeld op het verrichten van uitvoerende taken in het primaire proces. In veel gevallen is het beleid alleen maar gericht op uitvoerende activiteiten en wordt het projectonafhankelijke onderzoek zoveel mogelijk beperkt omdat dit alleen maar geld zou kosten of omdat men te druk is met het uitvoeren van orderwerk. Dit doet denken aan het bekende voorbeeld van de houthakker die steeds meer inspanning moet verrichten om hetzelfde aantal bomen om te hakken en zich maar geen tijd gunt voor het slijpen van zijn bijl, want hij moet zoveel bomen omhakken.

De beleidsbepaling in het modelbedrijf vindt als volgt plaats. De beleidsvoorbereidende input van de verschillende onderdelen uit het ontwikkel- en uitvoeringsvlak wordt geanalyseerd en op basis hiervan ontwikkelt het Management Team (MT) het integrale PMT-beleid (Product Markt Technologie). Het MT beschouwt alle aspecten van het beleid in hun samenhang (inclusief personeel en kwaliteit) en het ontwerpt op hoofdniveau het ontwikkel- en uitvoeringsvlak. Om prestaties zichtbaar en meetbaar te maken zal een IO-bedrijf alle onderliggende processen voorzien van Key Performance Indicators (KPI's). Het implementeren van het beleid houdt in dat er periodiek (bijvoorbeeld maandelijks) een review plaats vindt op basis van de gestelde KPI's. In het beleidsvlak wordt op hoofdniveau een tweetal processen uitgevoerd: de koers van de organisatie wordt uitgezet en de bedrijfsvoering moet worden aangestuurd.

### **Bepaling IO-strategie voor de verschillende productgroepen van EBM Techniek B.V.**

*EBM Techniek produceert en verkoopt kwalitatief hoogstaande apparatuur voor het invoeren, verzamelen, groeperen en overzetten van verschillende producten uit de food en non-food industrie. De doelstelling EBM Techniek is haar klanten te helpen door het leveren van professionele automatiseringssystemen voor producthandling.*

*Door EMB Techniek is in het kader van Integraal Ontwerpen een IO-strategie bepaald voor de verschillende productgroepen van het bedrijf. De doelstelling was te bepalen in hoeverre en op welke manier Integraal Ontwerpen toegepast kon worden per productgroep van EBM. De verschillende productgroepen van EBM zijn: wattenschijfmachines, handlingsystemen en speciaal machines. Hiervoor is allereerst EBM Techniek in kaart gebracht. Dit betrof het onderkennen van de verschillende product-markt combinaties binnen de organisatie, het analyseren van de verschillende productgroepen en het herkennen van constructieve concepten en de structuur van de verschillende producten. Vervolgens zijn de concepten van Integraal Ontwerpen en de mogelijkheden van ICT in kaart gebracht. Bij het in kaart brengen van de concepten van Integraal Ontwerpen is gekeken naar de IO-strategie voor verschillende bedrijfstyperingen. De concepten van Integraal Ontwerpen verschillen bijvoorbeeld voor Manufacture-to-Order en Engineer-to-Order producten. Bij de Manufacture-to-Order bedrijfsvoering ligt het ontwerp van het product al vast bij de aanvaarding van de order en wordt aangeleverd door de klant. De engineering van het product is al afgerond het hoeft alleen nog maar gemaakt te worden. Bij een Engineer-to-Order bedrijfsvoering ligt het ontwerp van het product in de sales fase nog niet (helemaal) vast. Op basis van de klantwensen moet nog een bepaald deel van de technische oplossing worden ontwikkeld. Bij dergelijke producten is vaak sprake van een standaarddeel en een klantspecifiek deel. Het ICT aspect kwam tot uitdrukking in het inventariseren van de benodigde functionaliteit van Enterprise Resource Planning (ERP) en Product Data Management (PDM) applicaties en de formulering van de toepassing van deze concepten voor de verschillende productgroepen.*

*Na het in kaart brengen van EBM Techniek enerzijds en de verschillende concepten van Integraal Ontwerpen anderzijds zijn deze onderzoeksresultaten gecombineerd in de zogenaamde IO-EBM mix. Deze mix is de strategie hoe EMB Techniek Integraal Ontwerpen succesvol kan toepassen voor de verschillende producten en aan welke randvoorwaarden de organisatie en ICT-systemen moeten voldoen. Het onderzoek naar wat Integraal Ontwerpen kan betekenen voor EBM Techniek heeft geresulteerd in het beeld dat Integraal Ontwerpen voor EBM Techniek interessante voordelen kan bieden. Voor de diverse productgroepen wordt de beschreven IO-EBM mix verder uitgewerkt en gespecificeerd. Als voorbereiding op de daadwerkelijke implementatie van Integraal Ontwerpen bij EBM Techniek zal een plan van aanpak geschreven te worden. EBM Techniek heeft het Enterprise Resource Planning (ERP) gedeelte van de softwareleverancier SAP geïmplementeerd. Een volgende stap is het implementeren van het Product Data Management gedeelte van de software. Hiervoor dienen de functievervullers van de verschillende productgroepen van EBM Techniek geïmplementeerd te worden. Verder vindt de huidige engineering plaats met AutoDesk software AutoCAD en Inventor. Van groot belang is de onderlinge afstemming en integratie van de ERP, PDM en CAD software. Op de beschreven gebieden hoopt EBM Techniek in de toekomst vervolg te geven aan de invoering van Integraal Ontwerpen in de organisatie.*

*Deze beschrijving is ontleend aan de publicatie Best Practices GMV IO-Brug project **Error! Reference source not found.** Het beschreven project heeft plaatsgevonden aan het eind van het jaar 2001.*

De koers of de missie van een IO-bedrijf wordt gebaseerd op de kernvaardigheden van het bedrijf. Een producent van textieldrukmachines zal bijvoorbeeld voor de vraag komen te staan of de expertise ingezet moet worden voor de ontwikkeling van nog snellere en complexere machines of dat een verschuiving nodig is naar andere disciplines, bijvoorbeeld naar een inkjet-technologie. Het management analyseert en herontwerpt periodiek de onderneming. Het management moet dus over de competentie beschikken om goed te kunnen inschatten in welke richting de technologie zich ontwikkelt, wat de eigen potenties en kansen zijn met

betrekking tot die technologie, welke kennis nodig is, welke producten mogelijk zijn, hoe de markt zich ontwikkelt en wat de financiële mogelijkheden zijn. De antwoorden op deze vragen zijn voor het voortbestaan van de onderneming van belang. De strategiebepaling heeft betrekking op zowel de producten (PMT-beleid) als op de innovatieprocessen en de faciliteiten (capaciteit) die uitvoering van het beleid mogelijk maken. Het gaat daarbij niet om de dagelijkse aansturing maar om de koers op de langere termijn. Strategisch denken en handelen is een complex proces. Het management moet antwoord geven op vragen als: waar bevinden we ons nu en straks in de waardeketen, hoe positioneren we ons in een netwerk, welke relaties gaan we aan met marktpartijen, klanten, scholen. Het is 'oud denken' om slechts op zoek te gaan naar dat ene gat in de markt of om te focussen op één product; dat is een kwetsbare strategie.

Na het bepalen van de koers van de onderneming en de daarop gebaseerde strategische doelstellingen dient de realisatie van deze doelstellingen op hoofdniveau aangestuurd te worden en dient er budget aan deze realisatie toegekend te worden. In de masterplanning dienen de belangrijkste activiteiten en mijlpalen die leiden tot de realisatie van de strategische doelstellingen te worden uitgezet in de tijd. Voor de activiteiten in de masterplanning dient een schatting van de benodigde financiële middelen te worden gemaakt. Een sommatie van deze bedragen levert een totaal bedrag wat door het management definitief dient te worden toegewezen.

### **2.3.2 Ontwikkelvlak**

Kenmerkend voor het modelbedrijf is dat het expliciet betekenis toekent aan innovatie. Kenmerkend voor klassieke ondernemers die niet integraal denken is dat ze zich slechts concentreren op de uitvoeringsfunctie, op het produceren, terwijl het ontwikkelen van nieuwe producten en fabricageprocessen een sluitpost is. Soms krijgt het proces van productinnovatie nog wel de nodige aandacht, maar de andere innovatieprocessen komen er vaak bekaaid af. Ook het productinnovatieproces vindt vaak niet methodisch en in een multidisciplinair team plaats. Vaak worden medewerkers door het management gestuurd en beoordeeld op het verrichten van uitvoerende taken in het primaire proces. Nadenken over de afstemming van de verschillende activiteiten en het centraal ontwikkelen van producten en ondersteunende tools wordt vaak niet als noodzakelijk ervaren. Medewerkers met goede ideeën worden vaak zelfs belemmerd in de uitvoering ervan en dienen zich voornamelijk bezig te houden met het uitwerken van orders, het geld verdienen. Nadenken over product- en procesverbeteringen wordt men geacht over te laten aan het management.

Als gevolg van het ontbreken van een gestructureerd ontwikkelvlak ontbreekt het in het uitvoerende vlak vaak aan een goed ontwikkeld productassortiment, afstemming tussen de processen en aan goede ondersteunende tools en andere faciliteiten. Veel ontwikkeling vindt plaats tijdens het uitvoeren van een order voor een klant. Op zich is dit niet verkeerd, maar vaak verkrijgt men zich wel op de consequenties die een dergelijke ontwikkeling heeft voor het procesverloop, de eisen aan de werknemers en de uiteindelijke projectkosten. Vaak is het naderhand vanwege het projectspecifieke karakter toch moeilijk om de innovatieve productonderdelen in een volgend project weer toe te passen. Door het ontbreken van ondersteunende tools ontwikkelen medewerkers in het uitvoerend vlak vaak eigen applicaties, zoals bijvoorbeeld spreadsheets. Dit bevordert de eilandautomatisering en vaak is men ook niet bereid om kennis met andere collega's te delen. Dit alles resulteert in de meeste gevallen in een organisatie met een verre van optimale efficiency.

In het vervolg van deze paragraaf wordt de inhoud van de verschillende processen uit het ontwikkelvlak van het modelbedrijf Integraal Ontwerpen nader toegelicht.

Afgesloten wordt met een reflectie op het invoeren van een ontwikkelvlak in de onderneming.

### ***Het ontwikkelen van een integrale productconfigurator bij Aweta***

*Aweta levert totaaloplossingen voor het sorteren en verpakken van diverse producten zoals paprika's, tomaten, appels, rozen, vis en diepvriesproducten. Deze machines kunnen aan de hand van een standaardontwerp volledig "klantspecifiek" worden gemaakt. Dankzij de elektronische en optische technieken zijn deze machines in staat om de producten op gewicht, kleur, diameter of een combinatie van deze factoren te sorteren. Nieuwste ontwikkelingen zijn metingen op hardheid, suikergehalte en kwaliteit.*

*Door machines modulair te (her)ontwerpen kan de grote verscheidenheid per machine teruggebracht worden en tegelijk de standaard uitgebreid worden. Op deze manier heeft de verkoper wel de vrijheid om aan de eisen van de klant te voldoen en voldoet hij bovendien aan de gedefinieerde standaard. Indien machines modulair opgebouwd worden is het mogelijk om gebruik te maken van een productconfigurator. Hierdoor worden twee problemen opgelost. Enerzijds kan de output van de productconfigurator zo gedefinieerd worden dat deze voldoet aan de eisen van de afdelingen werkvoorbereiding en engineering. Anderzijds wordt door het modulaire ontwerp, wat als basis dient voor de productconfigurator, de grote verscheidenheid aan machines teruggebracht en zal niet iedere machine opnieuw geëngineerd en voorbereid hoeven te worden. Hierdoor zal de druk op de afdeling werkvoorbereiding afnemen.*

*Om de geschetste werkwijze mogelijk te maken dienen sommige bedrijfsprocessen geautomatiseerd te worden. Voor het Sales Engineering proces is een productconfigurator ontwikkeld, waarmee aan de hand van een vraag-en-antwoordspel de benodigde standaard- en klantwensmodules voor concrete klantwensen kunnen worden bepaald. De producten dienen hiervoor dus gemodulariseerd te worden. Voor het automatisch genereren van de bij de geselecteerde modules horende 3D lay-out is onderzocht op welke manier de resultaten van het productconfiguratieproces een parametrisch model in 3D modelleringspakket Solid Works kunnen aansturen. Voor het automatiseren van de bedrijfsprocessen is het nodig integraal aandacht te besteden aan de ontwikkeling van de producten, processen, organisatie, ICT- en markt.*

*Deze beschrijving is ontleend aan de publicatie Best Practices GMV IO-Brug project **Error! Reference source not found.** De beschreven ontwikkelingen hebben plaatsgevonden in het begin van het jaar 2002.*

### ***Product ontwikkeling***

Zoals gezegd is het kenmerkend voor het modelbedrijf dat het expliciet betekenis toekent aan innovatie en het vastleggen en hergebruiken van kennis. Het indelen van producten in productklassen en productfamilies, het ontwikkelen van objectenbibliotheken en het gestructureerd vastleggen van productkennis in PDM-software is voorwaarde voor efficiënt hergebruik van kennis. Op deze manier leiden deze ICT-hulpmiddelen, in combinatie met het modulariseren van producten, tot mass-customization: het voor de klant op maat configureren van producten en diensten. Het meest wezenlijke innovatieproces is dus het vernieuwen van producten. Voor bedrijven die bestaan van engineering-op-order doemt een dilemma op. Elke klant precies op maat bedienen is onbetaalbaar en elke klant hetzelfde product leveren is onacceptabel. De tussenoplossing is modulair ontwerpen en producten steeds klantspecifieke aanpassingen laten ondergaan. De producten zijn voor bijna elke klant anders, maar vertonen toch een grote gelijkheid. Zo is een groot deel van de productkennis te hergebruiken. De markt vraagt in toenemende mate om maatwerk. Een efficiënte bedrijfsvoering echter streeft naar het minimaliseren van een klantspecifieke productontwikkeling. De verkoper zal dus maximaal gebruik moeten maken van voorgeëngineerde ontwerpen in de vorm van standaardmodules. Bij het ontwikkelen staan de concepten van Life Cycle Engineering (LCE) centraal. Dit betekent dat de

ontwerper rekening houdt met beschikbaarheid, betrouwbaarheid, onderhoudbaarheid, bedrijfszekerheid, milieubelasting en levensduurkosten.

### ***Proces ontwikkeling***

Naast het ontwikkelen van een goed productassortiment dient aandacht besteed te worden aan het ontwikkelen van de bedrijfsprocessen. Het gestructureerd ontwikkelen van de bedrijfsprocessen bevordert de kwaliteit en de doelmatigheid van zowel de afzonderlijke processen als van het proces als geheel. Ook de onderlinge afstemming kan hierdoor aanzienlijk verbeterd worden en door het definiëren van succesfactoren en prestatie-indicatoren kan het succes en de kwaliteit van de processen meetbaar gemaakt worden.

### ***ICT-ontwikkeling***

Bij het ontwikkelen van ICT-applicaties gaat het vooral om systemen die direct van invloed zijn op het ontwerpproces zoals CAE-applicaties, logistieke applicaties en rekenapplicaties. Het bedrijf kan deze applicaties zowel inkopen als zelf ontwikkelen. Belangrijk is dat de in het informatiesysteem opgeslagen gegevens via één centrale Engineering Database (EDB) toegankelijk zijn. Bij het vergroten van de betrouwbaarheid van bedrijfsprocessen is procesautomatisering een belangrijk hulpmiddel. Er is software nodig op het gebied van engineering en workflow management zoals Product Data Management (PDM) en Enterprise Resource Planning (ERP). Als kennis in deze applicaties gestructureerd en eenduidig plaatsvindt kan deze kennis worden hergebruikt en wordt de productiviteit van de kennis aanzienlijk vergroot.

### ***Organisatie ontwikkeling***

In de Westerse wereld is een overgang zichtbaar van de moderne geïndustrialiseerde maatschappij naar de postmoderne communicatiemaatschappij. Deze ontwikkeling is mogelijk gemaakt door de informatie- en communicatietechnologie. De economie schakelt over van dominantie van de industriële sector naar dominantie van de dienstensector, wat samengaat met de overgang van aanbodgestuurde, gestandaardiseerde massaproductie naar vraaggestuurde maatwerkdienstverlening. Deze overgang heeft ook consequenties voor de organisatie van bedrijven. Bij dit nieuwe systeem, de vraaggestuurde dienstverlening, hoort ook een nieuwe (organisatorische) stijl. De nieuwe stijl die hoort bij een vraaggestuurde dienstverlening is in tegenstelling tot hiërarchische beheersing door het management in de oude situatie juist dienstverlening, zelfsturing en partnership. De medewerkers krijgen meer in de organisatie te zeggen, hetgeen objectief gezien de kwaliteit van de arbeid verhoogt. Intern praat de medewerker mee over alles wat met processturing heeft te maken, want hij is zelf verantwoordelijk voor dat proces. En wat de externe relaties betreft is hij de steunpilaar van de 'genetwerkte' onderneming die niet meer zelf het wiel uitvindt. De zelfsturende medewerker neemt initiatieven, legt zelfs contacten met partners op het gebied van innovatie. Het is in zijn eigen belang dat de onderneming zich beperkt tot haar core competence, niet meer alles zelf doet en meer uitbesteedt aan gespecialiseerde 'jobbers'.

### ***Markt ontwikkeling***

De ontwikkeling van de markt is voornamelijk gericht op het behouden en uitbouwen van bestaande en het betreden van nieuwe afzetmarkten. Bedrijven die bijvoorbeeld een sterke positie in een bepaalde branche hebben kunnen denken aan marktsegmenten in soortgelijke branches. Regionaal gebonden bedrijven kunnen denken aan het gaan opereren in andere regio's en wellicht zelfs aan het ontplooiën van activiteiten in het buitenland.

Wat is het geheim van zo'n werkwijze? Het is eigenlijk heel eenvoudig, maar het vraagt veel discipline. Waar het om gaat is dat de innovatieprocessen transparant zijn voor alle medewerkers. Transparantie krijgen we door te documenteren en te communiceren. Of het nu gaat om marktontwikkeling of organisatieontwikkeling, deze processen zijn pas vruchtbaar als veel mensen zich betrokken weten en er aan kunnen bijdragen. Documenteren en communiceren is in een ICT-gestuurde onderneming niet moeilijk. Via intranet en databases moet alle relevante informatie voor de medewerkers beschikbaar zijn. Helaas komen veel bedrijven er onder druk van de lopende zaken niet toe om gedisciplineerd te documenteren. Daarom is het proces van ICT-ontwikkeling even wezenlijk als het proces van productontwikkeling. Als een bedrijf graag ziet dat alle medewerkers optimaal van de ICT-mogelijkheden gebruik maken, zullen ook bij het opzetten en permanent verbeteren van de ICT-infrastructuur de medewerkers betrokken moeten zijn. Commitment is vereist voor loyale uitvoering.

### **2.3.3 Uitvoeringsvlak**

Het uitvoeringsvlak is het niveau waarop in de waardeketen de feitelijke waardetoevoeging van het bedrijf tot stand komt. Het primaire proces van de onderneming vindt hier plaats, ook wel het productcreatieproces genaamd. Aan dit proces ontleent het bedrijf zijn bestaansrecht. Input is een klantwens, output is een product of dienst die de wensen van de klant vervult. We beschouwen zes schakels uit de waardeketen en we beschrijven ze in termen zoals die in de branche Metalekto algemeen gebruikelijk zijn.

### ***Detailengineering m.b.v. productconfiguratie schema's in het primaire proces bij de GMF Gouda***

*De Goudsche Machinefabriek is een middelgrote onderneming met ongeveer 220 medewerkers en is gevestigd in Waddinxveen. De Goudsche Machinefabriek levert al bijna een eeuw machines voor de chemische, farmaceutische en voedingsmiddelenindustrie.*

*Voor een groot aantal machines van de GMF Gouda zijn productconfiguratie schema's ontwikkeld voor het uitvoeren van het detail engineering proces in het primaire proces. Hierbij zijn de tekeningen van de diverse machines vergaand gemodulariseerd. Tekeningen van modules die vroeger vaak zo'n 350 stuklijstregels bevatten, zijn nu opgeknipt in tekeningen van diverse submodules die onafhankelijk zijn van andere submodules. Hierdoor is het tekeningenbestand van de machines een stuk overzichtelijker geworden. Tot voor kort werd bij het engineeren van een nieuwe order vaak een set tekeningen van een vergelijkbare oude order geadopteerd. Vaak moesten daarna nog allerlei wijzigingen en aanpassingen doorgevoerd worden. Doordat het overzicht ontbrak was dit proces slecht werkbaar voor een engineer en leverde vaak fouten en onduidelijkheden op. Omdat er ook vaak niet met standaard tekeningen gewerkt werd, waarin de laatste wijzigingen verwerkt waren, kreeg men telkens weer te maken met problemen die eigenlijk allang opgelost waren.*

*De afdelingen Verkoop en Order Engineering werken met dezelfde product-structuur voor het definiëren van de verkoop- en kostprijs van de machine, maar bepalen zelf hoe diep ze in deze structuur gaan. Deze twee afdelingen zijn ook nauw betrokken geweest bij het opstellen van de productconfiguratie schema's. De projecten zijn uitgevoerd door verschillende engineers met als insteek dat de andere engineers, onafhankelijk van de ontwikkelaar van het schema, het ontwerp van een dergelijke machine ook kunnen uitwerken. Door een dergelijk schema af te lopen, bouwt de engineer voor zichzelf op papier een lijst met tekeningen op. Aan deze tekeningen hangen in de applicatie Tekeningbeheer (Product Data Management) standaard al de bijbehorende stuklijsten. Als alle tekeningen die bij het nieuwe ontwerp horen geselecteerd zijn, is ook de totale productiestuklijst compleet.*

*Het doel van het ontwikkelen van deze productconfiguratie schema's is dat in de toekomst heel snel standaard tekeningpakketten samengesteld kunnen worden. Verder zijn aanpassingen ten opzichte van de standaarden door de gerealiseerde modulariteit veel sneller en beter uit te voeren. Na het ontwikkelen van de schema's is een reductie van de doorlooptijd van de mechanische engineering van een peddelasdroger bereikt van 70% en voor de borstelband is reductie van 42%. Een veel belangrijker voordeel van het werken met deze standaarden is de foutreductie. Verwacht wordt dat deze foutreductie veel kosten gaat besparen.*

*Deze beschrijving is ontleend aan de publicatie Best Practices GMV IO-Brug project **Error! Reference source not found.** De beschreven ontwikkelingen hebben plaatsgevonden vanaf het jaar 2002.*

Als het ontwikkelvlak effectief functioneert, zullen ook de uitvoeringsprocessen goed verlopen. Het eerste proces in de keten is dat van verkoop. Dit proces komt er in essentie op neer dat wensen van de klant transformeren in een technische specificatie van het te leveren product. Op basis hiervan ontstaat een commercieel ontwerp, een voorcalculatie en een offerte als voorbereiding op te voeren contractonderhandelingen. Als de onderhandelingen positief zijn verlopen, start het ontwerpproces, waarbij een commercieel ontwerp ontstaat op basis van voorontwikkelde productmodellen. Tijdens de ontwerpfase krijgt de klant als het ware een maatpak aangemeten. Bij DAF lopen zo dagelijks 150 vrachtwagens van de band, elk volgens een toegesneden klantspecificatie, maar allemaal gebaseerd op voorontwikkelde modellen. Het ontwerpen houdt in: technische lay-out uitwerken, deelsamenstellingen en detailtekeningen maken en inkoopstuklijsten opstellen. De integrale IO-benadering houdt in deze fase ook in dat iets extra's gebeurt namelijk het leveren van toegevoegde waarde in de vorm van onderhoudsconcepten, milieuanalyses of lifecycle costing-berekeningen (LCC). Gevoed met deze gegevens komt de werkvoorbereiding op gang. Dit houdt in het inkopen van de benodigde componenten voor het productieproces en het opstellen



van bewerkingsmachines en het globaal bepalen van de routing van subsamenstellingen door het fabricageproces. De beslissing ‘zelf maken of uitbesteden?’ van onderdelen valt ook in deze fase, afhankelijk van capaciteit, kwaliteit en prijs.

Essentieel voor IO-bedrijven is dat de planning van productie, werkvoorbereiding, inkoop en ontwerp, inclusief het logistieke proces, integraal plaats vindt. Dat is de voorwaarde voor een snel en storingsvrij productieproces, een logische routing en een vlotte samenbouw tot een totaal systeem. Tijdens dit proces vindt er ook een kwaliteitsregistratie plaats, evenals een test op het product voordat levering aan de klant plaats vindt. Als de onderhoudsconcepten met het product mee zijn ontwikkeld is het voor de producent makkelijk onderhoudsdiensten mee te leveren. Dit kunnen activiteiten of diensten zijn om de waarde van het product te verhogen of te behouden, zoals installatie, onderhoud, reparatie, opleiding, en productaanpassingen. Omdat het onderhoud volgens een specifiek ontwikkeld onderhoudsconcept plaatsvindt, zijn de verschillende vormen van onderhoud (preventief, correctief, etc.) optimaal op het product afgestemd wat weer resulteert in aanzienlijke kostenreductie en minder stilstandsverlies.

De laatste schakel in de waardeketen betreft het ontmantelen van het systeem en het zo veel mogelijk hergebruiken van onderdelen van een systeem dat aan het eind van zijn levenscyclus gekomen is. De processen op het uitvoeringsvlak kunnen we aldus plaatsen op de tijdlijn van de productcreatie.

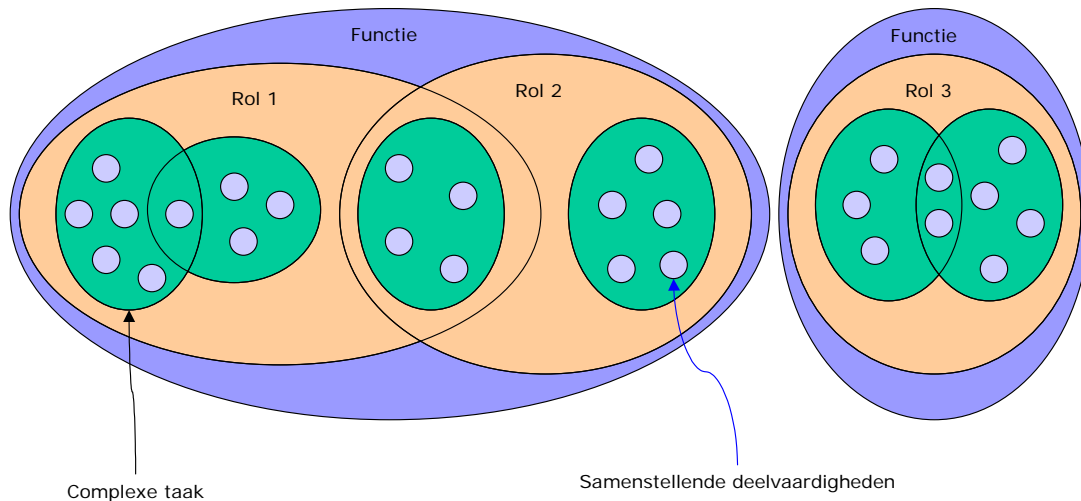
## **2.4 Functies en rollen**

De terminologie die we hier gebruiken behoeft enige toelichting. Rollen zijn geen functies. Een medewerker kan zowel van rol als van functie wisselen. En rollen speel je zowel individueel als in teamverband. Daarbij zijn de teamactiviteiten het meest essentieel. Net zoals in een voetbalteam de rollen van spits en vleugelverdediger pas tot hun recht komen als het team speelt.

### **2.4.1 Begrippenapparaat**

Binnen een onderneming zijn we gewend eerder te spreken in termen van ‘functies’ en ‘taken’ dan in termen van ‘rollen’ en ‘taken’. Een deel van het begrippenapparaat is gevisualiseerd in Figuur 5. Onder taken, ook wel complexe taken genoemd, verstaan we een uit te voeren samenstel van activiteiten dat een complex geheel vormt. Een complexe taak is opgebouwd uit samenstellende deelvaardigheden. Zo’n samenstellende deelvaardigheid is een vaardigheid die geïntegreerd en in combinatie met andere vaardigheden een complexe taak vormt. Bij een complexe vaardigheid gaat het altijd om het flexibel combineren en coördineren van een samenstel van vaardigheden, terwijl de situatie waarin de vaardigheid moet worden uitgevoerd telkens anders is. Onder een competentie verstaan we in dit kader de kennis, houding en vaardigheden die benodigd zijn voor het op adequate wijze kunnen uitvoeren van een complexe taak. Voor het kunnen uitvoeren van zo’n complexe taak zijn zowel beroepscompetenties als persoonlijke competenties noodzakelijk. Onder beroepscompetenties verstaan we dan de kennis, houding en vaardigheden die gerelateerd zijn aan beroepsrollen en onder persoonlijke competenties verstaan we de kennis, houding en vaardigheden die gerelateerd zijn aan het persoonlijk functioneren, los van de beroepsrollen.

Een rol of beroepsrol wordt gedefinieerd als een set van complexe taken die betrekking heeft op overeenkomstige en samenhangende activiteiten. In Figuur 5 is te zien dat complexe taken een of meer identieke samenstellende deelvaardigheden kunnen hebben. Ook rollen kunnen op hun beurt weer bestaan uit een of meer verschillende complexe taken.



**Figuur 5** Visualisatie begrippenapparaat

In de visie van Integraal Ontwerpen beschouwen we (beroeps)rollen als logische combinaties van complexe taken en is dus niet specifiek voor de organisatie. Het toewijzen van één of meerdere rollen aan een persoon binnen een specifieke organisatie vindt plaats middels functies. Een functie is één of meer hele rollen die een persoon in een organisatie vervult. Hier vloeit uit voort dat één rol niet gesplitst kan worden en door meerdere personen kan worden uitgevoerd. Wel kunnen meerdere personen dezelfde rol uitvoeren, maar dan voeren ze wel alle taken van deze rol uit. Bij kleine ondernemingen spelen werknemers vaak vele rollen. Een kleine zelfstandige zal zelfs in z'n eentje alle rollen moeten spelen. Bij grote bedrijven zal een rol over meerdere werknemers verdeeld zijn. In het modelbedrijf Integraal Ontwerpen wordt gewerkt met zelfsturende teams. Onder zo'n team verstaan we een zelfsturend geheel aantal rollen die integraal samenwerken met als doel het tot stand brengen van een product of dienst door het uitvoeren van een samenhangend geheel aan complexe taken.

#### 2.4.2 IO-rollen

De benodigde rollen in het modelbedrijf Integraal Ontwerpen voor het uitvoeren van de bedrijfsprocessen en -activiteiten worden beschreven in het volgende hoofdstuk. Wel kan alvast opgemerkt worden dat vrijwel alle IO-rollen in de taakuitoefening afwijken van wat nog algemeen gebruikelijk is. Kenmerkend voor een IO-rol is dat deze:

- methodisch werkt, veel minder ad hoc en trial and error
- communiceert, veel minder individueel opereert
- documenteert, veel minder 'de klus klaren, snel door met de volgende'
- gebruik maakt van vroegere ervaring, veel minder telkens het wiel uitvinden
- kennis heeft van het productassortiment, veel minder focus op eigen taakje
- focust op markt en gebruikers, veel minder op puur de techniek.

Een medewerker zal doorgaans een carrièrepad doorlopen. Zijn eerste rol zal zelden ook zijn laatste zijn. In de praktijk zal een Hbo-afgestudeerde vaak beginnen als Product Engineer om daarna in de rol van Sales Engineer te groeien. Of hij begint als Product Engineer en ontwikkelt zich tot Product Innovator en daarna tot Product Support Innovator. De Process Innovator zal vaak iemand zijn

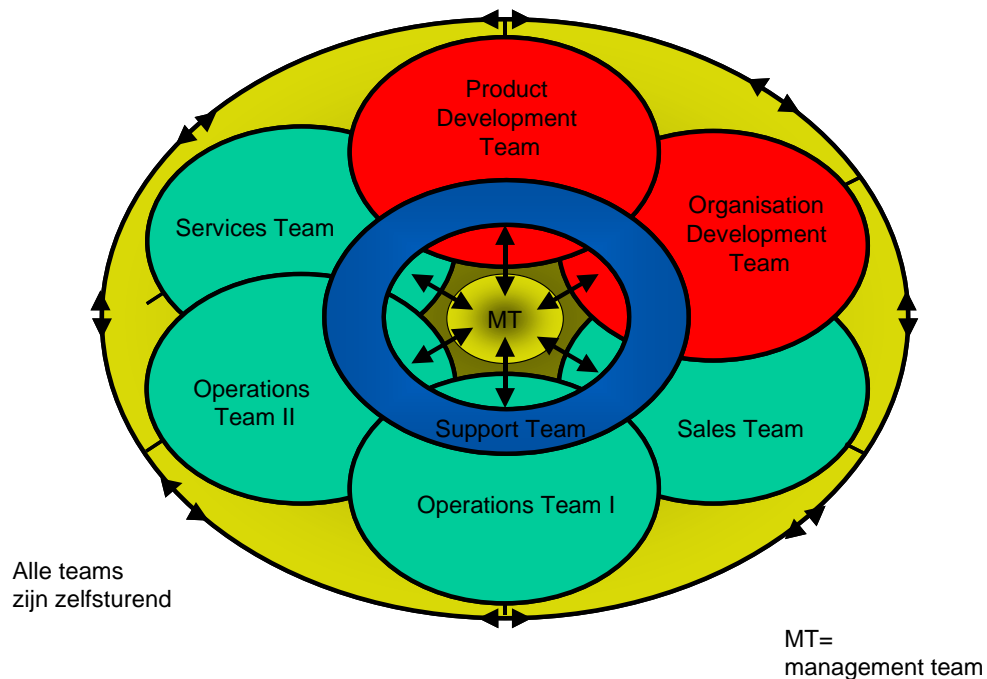
die ervaring heeft als Project Engineer. Maar algemene regels zijn moeilijk te stellen en elk individu zal zich op zijn eigen manier ontwikkelen.

## 2.5 Organisatievorm

Tot nog toe in dit hoofdstuk is middels het ondernemersmodel de functionele structuur van het modelbedrijf Integraal Ontwerpen beschreven. Hiermee is alleen iets gezegd over de gewenste bijdrage in het grotere geheel, welke processen c.q. activiteiten op hoofd-niveau uitgevoerd worden. Een andere vraag is de manier waarop het uitvoeren van deze processen c.q. activiteiten georganiseerd wordt. Deze vraag wordt in deze paragraaf beantwoordt door het beschrijven van de organisatievorm van het modelbedrijf Integraal Ontwerpen. Allereerst wordt de organisatiestructuur beschreven die het best past bij de nieuwe denk- en werkwijze van Integraal Ontwerpen. Vervolgens komen de teams in het modelbedrijf aan de orde.

### 2.5.1 Organisatiestructuur

In de westerse wereld is een overgang zichtbaar van de moderne geïndustrialiseerde maatschappij naar de postmoderne communicatiemaatschappij. Deze ontwikkeling is mogelijk gemaakt door de informatie- en communicatietechnologie. De economie schakelt over van dominantie van de industriële sector naar dominantie van de dienstensector, wat samengaat met de overgang van aanbodgestuurde, gestandaardiseerde massaproductie naar vraaggestuurde maatwerkdienstverlening als te realiseren stuurresultaat. Het nieuwe besturingssysteem (vraaggestuurde dienstverlening) is niet beter dan het vorige (aanbodgestuurde en gestandaardiseerde productie) in absolute zin, maar het past wel beter bij de eisen die nu aan veel organisaties worden gesteld, zo ook aan bedrijven uit de Industriële Omgeving.



**Figuur 6** Clusterstructuur modelbedrijf Integraal Ontwerpen

Traditioneel is de organisatiestructuur van een organisatie, het organigram, een hiërarchische boom- of harkstructuur. Dit hing samen met de aanbodgestuurde gestandaardiseerde productie en de hierop gebaseerde taakdifferentiatie. De organisatiestructuur die past bij het concept van vraaggestuurde dienstverlening op basis van zelfsturing en partnership is, volgens Rob Land in zijn boek *De vierde managementcrisis* **Error! Reference source not found.**, een platte cirkelstructuur ook wel aangeduid met de term 'clusterstructuur' waarbij elk cluster een zelfsturend team is. Het schema van de clusterstructuur, zoals aangepast aan Integraal Ontwerpen en weergegeven in Figuur 6, is getekend als bovenaanzicht van een geheel platte structuur met gelijkwaardige posities, anders dan het gebruikelijke zijaanzicht dat hogere en lagere posities weergeeft. Deze clusterstructuur is een platte en cyclische clusterstructuur van zelfsturende teams die samen verantwoordelijk zijn voor het creëren van vraaggestuurde dienstverlening aan klanten. Een cluster, lees zelfsturend team, is een groep bedrijfsmedewerkers die gezamenlijk verantwoordelijk zijn voor het totale kernproces waarin producten of diensten tot stand komen, die aan interne of externe klanten worden geleverd. De groep deelt de eigen activiteiten in en bewaakt deze. Zij lost problemen op, verbetert het proces voortdurend. Een en ander aan de hand van eigen performancemetingen. De groep is dus proceseigenaar. Leidinggevend en supportgroep(en) zijn er om de groep te ondersteunen door het scheppen van voorwaarden.

De clusterstructuur is gebaseerd op een opdeling van het totale proces in een aantal kernprocessen. Het kernteam is het managementteam van de organisatie die een voorwaardenscheppende functie heeft in de dienstverleningsketen en het kernproces van de aansturing en monitoring van de organisatie voor zijn rekening neemt. In het ontwikkelvlak zijn twee kernprocessen te onderscheiden die uitgevoerd worden door het Product Development Team en het Organisation Development Team. Deze ontwikkelteams zijn in het rood aangegeven in Figuur 6. In het uitvoeringsvlak, het primaire proces van het modelbedrijf, zijn drie kernprocessen gedefinieerd. Deze kernprocessen worden uitgevoerd door het Sales Team in de verkoopfase, het Operations Team als de aanvraag een order geworden is en het Services Team tijdens de gebruiksfase van het product. Naast deze teams is er een Support Team verantwoordelijk voor ondersteuningsactiviteiten.

Omdat er afhankelijk van het soort bedrijf vaak meerdere orders gelijktijdig gerealiseerd moeten worden, is het mogelijk dat er meerdere teams zijn die hetzelfde kernproces uitvoeren. Zo kan het bij een scheepswerf bijvoorbeeld zo zijn dat er twee schepen gerealiseerd worden en dat hiervoor twee Operations Teams zijn geformeerd, zie Figuur 6. Een andere oplossing kan zijn dat een of meerdere Operations Teams meerdere orders tegelijkertijd realiseert. Zo is het dus mogelijk dat een werknemer verschillende (of dezelfde) rollen in verschillende teams vervult. Een andere mogelijkheid is dat meer personen dezelfde rol in een team kunnen vervullen. Zo kunnen er bijvoorbeeld in een Operations Team een of meer Production Operators gelijktijdig laswerkzaamheden uitvoeren aan een product.

### **2.5.2 Teams in het modelbedrijf**

Rollen komen in het modelbedrijf het best tot hun recht in een team. Immers teams belichamen het integraal werken aan ontwikkeling en uitvoering. Een team bestaat doorgaans uit een kerngroep van 3 à 4 spelers, zo nodig tijdelijk aangevuld met expertise vanuit andere teams. We zullen ter illustratie de teams in het modelbedrijf Integraal Ontwerpen beschrijven en tegelijkertijd hun belangrijkste werkzaamheden aangeven.

### ***Product Development Team***

Het Product Development Team zorgt voor de product ontwikkeling: de integrale ontwikkeling van nieuwe product modulen en Product Support modulen waar de markt behoefte aan heeft. De input voor dit proces kan een markt vraag zijn maar ook een technologische mogelijkheid die zich binnen de organisatie voordoet, en die kan op elk van de drie ondernemingsvlakken ontstaan. In de kleinere bedrijven zal één Product Development Team de productontwikkeling voor alle product-markt combinaties voor zijn rekening nemen. In grotere bedrijven kunnen Product Development Teams geformeerd worden per product-markt combinatie. Van het team maken deel uit: de Product Innovator, de Product Support Innovator, de Proces Innovator, de Market Developer en de Supply Chain Developer.

### ***Organisation Development Team***

Het Organisation Development Team stroomlijnt de processen intern in de organisatie en zorgt voor het aantrekken en behouden van geschikte medewerkers om de rollen in de organisatie vervullen en draagt zorg voor de employability van de organisatie. Deelnemers aan dit team zijn de Process Innovator en de Human Resource Developer. In veel gevallen zal een organisatie één Organisation Development Team kennen. In grotere bedrijven die meerdere business units kennen zullen ook meerdere Organisation Development Teams kennen.

### ***Sales Team***

Doelen van het Sales Team zijn het vanuit de bedrijfsfilosofie verwerven van orders voor de organisatie en het in de markt zetten van nieuwe producten. Deelnemende spelers zijn de Account Manager ondersteund door de Sales Engineer. In de kleinere bedrijven zal één Sales Team de sales activiteiten voor alle product-markt combinaties voor zijn rekening nemen. In grotere bedrijven kunnen Sales Teams geformeerd worden per product-markt combinatie.

### ***Operations Team***

Een Operations Team voert het gehele realisatieproces van één order uit. Het integraal uitvoeren van het gehele realisatieproces door een zelfsturend team zorgt voor een optimale afstemming en efficiency in het voortbrengingsproces intern en afstemming en samenwerking met de klant. Het team kent de volgende rollen: de Product Engineer, de Product Support Engineer, de Project Planner en de Production Operator. Omdat er afhankelijk van het soort bedrijf vaak meerdere orders gelijktijdig gerealiseerd moeten worden, bestaan er vaak ook meerdere Operations Teams naast elkaar in de organisatie.

### ***Services Team***

Het Services Team draagt zorg voor het installeren en opleveren van de machine op de locatie van de klant en een adequate after sales service. Deelnemers in dit team zijn: de Product Support Engineer en de Maintenance Engineer. In de kleinere bedrijven zal één Services Team de service activiteiten voor alle product-markt combinaties voor zijn rekening nemen. In grotere bedrijven kunnen Services Teams geformeerd worden per product-markt combinatie.

### ***Support Team***

Een Support Team is een team wat de gehele organisatie op een bepaald aspect ondersteunt. Het kenmerkende Support Team in het modelbedrijf Integraal Ontwerpen richt zich op het ontwikkelen van ICT-voorzieningen voor het adequaat en efficiënt uitvoeren van de bedrijfsprocessen. Aan dit team nemen de Software Engineer en de Product Data Engineer deel. Andere Support Teams

kunnen zich bijvoorbeeld richten op de financiële administratie en vergelijkbare zaken.

### *Management Team*

En dan kent elk bedrijf uiteraard een Management Team dat de processen van het beleidsvlak voor zijn rekening neemt. Taken van dit team zijn vooral: het bepalen en uitdragen van de strategie, voorwaarden scheppen, het samen met de clusters vaststellen van de clusterdoelstellingen, het analyseren van en feedback geven over de resultaten, etc. Het Management Team van het modelbedrijf Integraal Ontwerpen bestaat uit de Entrepreneur en de Policy Assistant aangevuld met vertegenwoordigers uit de verschillende clusters.

### **2.5.3 Organisatorische rollen in de zelfsturende teams**

Naast technisch inhoudelijke beroepsrollen die bedrijfsmedewerkers in het modelbedrijf uitvoeren, dienen in de zelfsturende teams ook nog een aantal generieke organisatorische rollen uitgevoerd te worden. Zo moet het zelfsturende team bijvoorbeeld een voorzitter hebben. Ook moet de projectadministratie worden bijgehouden. Het is mogelijk dat het voor de hand ligt dat iemand die de beroepsrol Project Planner vervult, die verantwoordelijk is voor de projectcoördinatie, tegelijkertijd de voorzitter van het teams is of juist de projectadministratie bijhoudt, maar dat hoeft niet.

Deze organisatorische rollen in zelfsturende teams kunnen op verschillende manieren ingevuld worden. Deze rollen kunnen bijvoorbeeld vast aan medewerkers worden toegekend, maar het is ook mogelijk om rollen te rouleren. Voor meer informatie over het ontwerpen van zelfsturende teams wordt verwezen naar het boek van Pierre van Amelsfoort e.a. Zelfsturende teams **Error! Reference source not found.**

Rob Land **Error! Reference source not found.** onderscheidt in de gehele nieuwe clusterstructuur een viertal nieuwe (organisatorische) rollen: de clusteraanvoerder, de clustercoach, de taakcoördinator en het clusterlid. De clusteraanvoerder heeft geen hiërarchische bevoegdheden, zijn taken zijn van coördinerende en organisatorische aard zoals onder andere kanaliseren, voorwaarden scheppen en rapporteren. In het geval van grote problemen c.q. conflicten neemt de aanvoerder contact op met de clustercoach. De clustercoach is lid van het kernteam en als coach in de eerste plaats adviseur van de cluster, daarnaast is de coach coördinator voor afstemmingszaken, middelen et cetera en manager in geval van beslissingen bij eventuele conflicten. De taakcoördinator (tako) is coördinator in een cluster of – door verschillende clusters heen – voor één bepaald functioneel gebied zonder hiërarchische bevoegdheid. Naast elke tako staat een lid van het kernteam. In enkele gevallen is de tako lid van het kernteam. Tako's worden aangewezen door het kernteam. Overige leden van de clusters heten clusterlid. De indeling van medewerkers in clusters is niet statisch bedoeld, men kan ook in andere clusters meedraaien. De overlapping van de cirkels geeft aan dat er geen groepsgrenzen zijn, maar dat het totale proces aan elkaar gekoppeld moeten worden. Iemand is lid van een cluster of van het kernteam, beide kan niet wegens de scheiding van verantwoordelijkheden tussen organisatieniveaus.

### 3. Rollen en taken

In 'klassieke bedrijven' kennen we 'klassieke rollen' zoals de rol van technisch manager, marketeer, constructeur-tekenaar, inkoper, productie-chef, servicemonteur, etc. Dit zijn de technisch specialisten uit de industriële diplomafabriek die binnen Tayloristisch georganiseerde bedrijven de hoofdrol spelen. Maar specialisten spelen binnen de nieuwe bedrijfsaanpak niet langer de hoofdrol. De specialistische functies van kwaliteitscontroleur, programmeur, werkvoorbereider, etc. vervagen steeds meer.

Immers, Integraal Ontwerpen vraagt een nieuw soort medewerkers, die anders werken en, daaraan gekoppeld, anders leren. Dat heeft aanzienlijke consequenties voor zowel het toeleverende beroepsonderwijs alsook voor het bedrijfsleven zelf, waar zittende medewerkers moeten transformeren van technisch specialisten tot multidisciplinair samenwerkende teamspelers. In het moderne IO-gerichte bedrijf kennen we andere, bredere rollen.

Het zijn competente medewerkers die binnen de organisatie verschillende rollen spelen. Ze doorlopen allemaal hun eigen unieke carrièrepad en daarbij komen ze in vele verschillende settings veel andere spelers tegen.

#### 3.1 Rollen in het modelbedrijf

In het vorige hoofdstuk zijn de processen in het modelbedrijf beschreven. Voor de uitvoering van elk proces definiëren we een of meer rollen. Voor het vervullen van de processen in het modelbedrijf zijn in totaal zeventien rollen gedefinieerd. Twee rollen voor het uitvoeren van de beleidsprocessen, acht rollen voor het uitvoeren van de ontwikkelprocessen en zeven rollen voor het uitvoeren van de processen in het uitvoerende vlak. Deze rollen en de samenhang met de processen is weergegeven in Figuur 7.

	Processen	Rollen
Beleidsvlak	Koersbepaling	Entrepreneur
	Aansturing bedrijfsvoering	Policy Assistant
Ontwikkelvlak	Product Ontwikkeling	Product Innovator Product Support Innovator
	Proces Ontwikkeling	Process Innovator
	ICT Ontwikkeling	Product Data Engineer Software Engineer
	Organisatie Ontwikkeling	Human Resource Developer
	Markt Ontwikkeling	Market Developer Supply Chain Developer
Uitvoeringsvlak	Verkoop	Account Manager Sales Engineer
	Ontwerp	Product Engineer Product Support Engineer Project Planner
	Productie	Production Operator
	Onderhoud	Maintenance Engineer

Figuur 7 Rollen in het modelbedrijf Integraal Ontwerpen

In het vervolg van dit hoofdstuk worden voor de verschillende vlakken uit het modelbedrijf de gedefinieerde rollen en hun belangrijkste taken beschreven.

## **3.2 Rollen in het beleidsvlak**

In het beleidsvlak zijn twee rollen gedefinieerd: die van Entrepreneur en Policy Assistant. Het beleid wordt bepaald door het gehele Management Team, dat haar informatie deels betreft uit het ontwikkelvlak. Veel auteurs die rollen in het beleidsvlak beschrijven onderkennen vaak geen ontwikkelvlak. Omdat in het modelbedrijf van Integraal Ontwerpen ontwikkelrollen in het ontwikkelvlak zijn gedefinieerd bevinden deze zich niet in het beleidsvlak. Om de vier eerder genoemde beleidsprocessen te kunnen uitvoeren zijn er dus twee rollen aan te wijzen:

Voor het vormgeven van het beleid en het renderend laten voortbestaan van de onderneming is de Entrepreneur verantwoordelijk.

Bij het uitvoeren van zijn werkzaamheden wordt hij ondersteund door de Policy Assistant.

### **3.2.1 Entrepreneur**

De rol van Entrepreneur is de meest tot de verbeelding sprekende. Zijn taak is het renderend laten voortbestaan van de onderneming op langere termijn en het bepalen van het strategisch kader waarbinnen dit gaat plaats vinden. Entrepreneurs zijn er in duizenden soorten en maten. We kennen de dorpsmid, de benzinepomphouder, de gloeilampenproducent, de goudsmid, de scheepsbouwer, de geneesmiddelen-producent en de softwareadviseur, om er binnen de technische sector maar enkele te noemen.

Als de Entrepreneur Integraal Ontwerpen in zijn vaandel heeft staan zal hij van zijn medewerkers een team maken, hij zal zich niet verliezen in zijn product maar de klant voorop blijven stellen. Daarnaast heeft hij oog voor het grotere geheel waarbinnen zijn bedrijf een plaats heeft. Hij zal een klantgerichte benadering door zijn bedrijf voorstaan en zich daarom ook verdiepen in de achterliggende drijfveren en behoeften van de klanten. Hij zal open staan voor innovaties en die integreren in zijn onderneming. Als persoon is de Entrepreneur iemand die in systeemtermen kan denken, die initiatieven onderneemt en doorzettingsvermogen heeft, die goed kan communiceren en die mensen bindt. Hij is extern gericht, heeft oog voor nieuwe kansen en plant voor een langere termijn. Periodiek zal hij zijn bedrijfsvoering en strategie evalueren en zal hij visie, missie, doelen en strategie voor het bedrijf herformuleren. De monitoring van de bedrijfsvoering vindt plaats aan de hand van een op het bedrijf toegesneden Balanced Score Card (BSC) en gedefinieerde Succesfactoren (SF's) en Prestatie Indicatoren (PI's).

De Entrepreneursrol impliceert niet alleen het aansturen van de processen op het beleidsvlak maar ook het met elkaar verbinden van de processen op ontwikkel- en uitvoeringsvlak. In die zin is de rol van Entrepreneur de meest integratie bevorderende.



### **Taken Entrepreneur**

1. Het renderend laten voorbestaan van de onderneming op langere termijn en het bepalen van het strategisch kader waarbinnen dit gaat plaats vinden.
  - Periodiek formuleren visie, missie, doelen en strategie voor het bedrijf
  - Formuleren doelstellingen korte termijn (1 jaar)
2. Het begeleiden van het uitvoeren van de strategie in het ontwikkel- en uitvoeringsvlak.
  - Monitoren en bijsturen
  - Evalueren bedrijfsvoering
  - Evalueren strategie

### **3.2.2 Policy Assistant**

De Policy Assistant denkt met de Entrepreneur mee, hij is zijn adjudant. Hij zorgt voor de uitwerking en ondersteuning van het besluitvormingsproces. Daartoe draagt hij de resultaten aan van de ontwikkelingen die plaatsvinden in het ontwikkelvlak; hij verzamelt en ordent die informatie en bereidt aldus het beleid voor. Dit is een complex en wederkerig proces dat veel communicatie vraagt tussen top en kader. De Policy Assistant heeft de taak deze communicatie te stroomlijnen. Bovendien moet hij ogen en oren open hebben voor ontwikkelingen die in de branche plaats vinden, hij moet gevoel hebben voor politieke valkuilen en kansen. Echter ook de rollen uit het ontwikkelvlak doen aan beleidsvoorbereiding. Zij bereiden het beleid inhoudelijk voor met betrekking tot het functionele aspect vanuit hun eigen rol. De Policy Assistant verzamelt de input uit het ontwikkelvlak, checkt en integreert het en verwerkt de wijzigingen die voortvloeien uit de bespreking ervan door het Management Team. Tevens begeleidt hij de realisatie van de strategie in het ontwikkel- en uitvoeringsvlak van de organisatie.

### **Taken Policy Assistant**

1. Het ondersteunen van de Entrepreneur door het verrichten van beleidsvoorbereidende werkzaamheden.
  - Het verzamelen van informatie uit de organisatie (ontwikkelvlak) en extern
  - Opstellen product/markt/technologie-beleid in afstemming met ontwikkelvlak
2. Het begeleiden van het realiseren van de strategie door het ontwikkel- en uitvoeringsvlak.

### **3.3 Rollen in het ontwikkelvlak**

In het modelbedrijf Integraal Ontwerpen is naast productontwikkeling bewust plaats ingeruimd is voor proces-, ICT-, organisatie- en marktontwikkeling. Om deze processen te kunnen uitvoeren zijn in ieder geval de volgende rollen nodig:

- Voor het productontwikkelingsproces zijn een tweetal rollen van belang, namelijk de rollen van Product Innovator voor het innoveren van producten en productdelen, en de Product Support Innovator voor het innoveren van de Product Support diensten.
- Voor het continu verbeteren van het productieproces is de rol van Process Innovator beschikbaar.
- Voor het innoveren van de ICT-ontwikkeling zijn twee rollen gedefinieerd. Allereerst is de Software Engineer nodig. Deze richt zich op het toepasbaar

maken van ICT-tools (CAD-software, productconfiguratoren, etc.). De andere rol betreft die van Product Data Engineer. De laatste ontwikkelt de ICT-infrastructuur met name voor wat betreft de modellen die ten grondslag liggen aan de data-opslag en de applicaties.

- Het vernieuwen van de organisatie gebeurt onder regie van de Human Resource Developer. Taken bij deze rol zijn ook het ontwikkelen en opleiden van het personeel.
- Ook voor de marktontwikkeling zijn een tweetal rollen gedefinieerd. De Market Developer neemt de marktontwikkeling met betrekking tot de opvolgende schakels in de keten (de klanten) voor zijn rekening. De Supply Chain Developer richt zich vooral op de marktontwikkeling met betrekking tot voorafgaande schakels in de keten, de toeleveranciers.

### **3.3.1 Product Innovator**

Traditionele benamingen voor de rol van Product Innovator zijn: R&D-medewerker, industrieel ontwerper.

De Product Innovator is een belangrijke rol in het ontwikkelvlak. Zijn taak is om – los van het orderwerk – nieuwe producten te ontwikkelen of bestaande producten te verbeteren. Daarbij gaat het er vooral om wat een product doet, om de functies die het vervult. De eerste vraag is of de markt aan die functie behoefte heeft en of de klant ervoor wil betalen. Deze informatie krijgt de Product Innovator van de Market Developer. Naast het ontwikkelen van deze vermarktbare functies is een belangrijke taak van de Product Innovator het zoeken en creëren van nieuwe technologische oplossingen. De ideeën voor nieuwe producten kunnen overal vandaan komen: uit literatuuronderzoek, internet, van mensen uit de eigen organisatie, van klanten met nieuwe vragen en behoeften. En als de Product Innovator creatief genoeg is, als hij geïnteresseerd is in technologie en als hij zijn vakliteratuur leest, dan kan hij ook zelf de bron van een nieuw product zijn. Productvernieuwers kunnen namelijk heel verschillende strategieën bewandelen of vanuit verschillende motieven handelen. Ook moet hij gebruikersinformatie toepassen voor optimalisatie en hij moet pro-actief informatie bij de gebruiker verwerven.

De belangrijkste taken van de Product Innovator bestaan uit het vertalen van R&D-resultaten in vermarktbare productconcepten en het ontwerpen van nieuwe verkoopbare functievervullers. Hij zal een productspecificatie moeten opstellen waarin alle functionele eisen zijn vastgelegd. Maar daarmee is hij er nog niet. Hij moet rekening houden met de maakbaarheid, met de logistiek, met het onderhoud en de service en met het uiteindelijk slopen van het product. Om deze stappen in samenwerking met anderen goed uit te kunnen voeren zal hij zijn ontwerpproces moeten documenteren, dat wil zeggen kennismodellen maken van zijn product, specificaties opstellen en kennisregels vastleggen. Een voorbeeld van een innovatieve toepassing van de vastgelegde kennis is een productconfigurator. Dit is een vraag-en-antwoordspel aan de hand waarvan de Account Manager of de Sales Engineer de wensen van de klant foutloos en efficiënt kan vertalen in een productontwerp. Tot de taken van de Product Innovator hoort ook het begeleiden van dergelijke toepassingen in het uitvoeringsvlak.

Tenslotte dient de Product Innovator een beleidsvoorbereidende visie te ontwikkelen op het gebied van producten en producttechnologie. Deze beleidsvoorbereidende informatie wordt door de Policy Assistant verzameld en ingebracht in vergaderingen van het Management Team.

### **Taken Product Innovator**

1. Het creëren en verbeteren van product(delen) op basis van specificaties uit de markt, technologische mogelijkheden, aspecten van de levenscyclus en kosten (complexe cluster).
  - Analyseren van levenscyclus t.b.v. opstellen specificaties
  - Vertalen van eisen en wensen naar (technische) specificaties
  - Op basis van specificaties ontwerpen van nieuwe product(delen)
  - Modelleren van productkennis
2. Zoeken en creëren van nieuwe technologische oplossingen.
3. De kennis m.b.t. nieuwe product(delen) toepasbaar maken voor het uitvoerende proces.
  - Opstellen product (type) modellen
  - Ontwikkelen van libraries
  - Toepassing nieuwe product(delen) begeleiden
4. Het ontwikkelen van een beleidsvoorbereidende visie op het gebied van producten en producttechnologie.

### **3.3.2 Product Support Innovator**

Een voorbeeld van een “oude” invulling van de rol van Product Support Innovator is onderhoudsingenieur. In het verlengde van het werk van de Product Innovator is er een belangrijke rol weggelegd voor de Product Support Innovator. Hij concentreert zich op alles wat technisch nodig is om het product goed te doen functioneren en te onderhouden, om storingen te verhelpen en de klant van de juiste gebruiksinformatie te voorzien.

Belangrijkste taak van de Product Support Innovator is om extra toegevoegde waarde te leveren bij een product. Meer nog dan de Product Innovator zal de Product Support Innovator zich verdiepen in het gedrag en de behoeften van de klant. Of het nu een keukenmachine, een audiovisueel apparaat of een broodbakmachine betreft, de klant heeft altijd een gebruiks- en een onderhoudsinstructie nodig, hij zal behoefte hebben aan accessoires en soms is zelfs een korte training nodig. De Product Support Innovator creëert zelf nieuwe concepten of hij vertaalt door anderen aangedragen ideeën in productspecificaties en ontwerpdocumenten. Om hergebruik van beproefde concepten mogelijk te maken zal hij productkennis op gestructureerde wijze vastleggen. Ook zal de Product Support Innovator zich – los van het orderwerk – bezighouden met het zoeken en creëren van nieuwe product support concepten.

Input voor het ontwerpproces van de Product Support Innovator zijn de gegevens die uit de markt terugkomen; gegevens van de service- en onderhoudsdienst, klachten van klanten en tussenhandelaren, resultaten van vergelijkend warenonderzoek en opmerkingen vanuit de eigen organisatie. Tot zijn taak behoort tevens het intern begeleiden van verkopers en engineers met inzet van nieuwe of verbeterde modules, instructies en gebruikershandleidingen. Tenslotte ontwikkelt de Product Support Innovator een beleidsvoorbereidende visie op het gebied van Product Support.

### **Taken Product Support Innovator**

1. Het creëren en verbeteren van product support diensten op basis van specificaties uit de markt, technologische mogelijkheden, aspecten van de levenscyclus en kosten (complexe cluster).
  - Vertalen van eisen en wensen naar specificaties
  - Op basis van specificaties ontwerpen van nieuwe product support diensten
  - Modelleren van productkennis
  - Analyseren levensfase waarin product support dienst wordt toegepast
2. Zoeken en creëren van nieuwe product support concepten.
3. De kennis m.b.t. nieuwe product(delen) toepasbaar maken voor het uitvoerende proces.
  - Opstellen product (type) modellen
  - Ontwikkelen van libraries
  - Toepassing nieuwe product support diensten begeleiden
4. Het ontwikkelen van een beleidsvoorbereidende visie op het gebied van product support.

### **3.3.3 Process Innovator**

De rol van Process Innovator heeft in eerste instantie betrekking op het organiseren van een doelmatig primair proces. Van oudsher was dit het werkterrein van de technisch bedrijfskundige. Omdat in een IO-gestuurde onderneming het primair proces evenwel niet los valt te maken van de andere processen in het bedrijf zal de Process Innovator alle interne processen in ogenschouw moeten nemen, zowel in het beleids-, ontwikkel- als uitvoeringsvlak. Hij zal beginnen met na te denken over een doelmatige productie lay-out en hij ontwerpt een efficiënt logistiek proces. Bij het aankopen van nieuwe productiemachines is zijn stem doorslaggevend, hij geeft aan welke vaardigheden productiemedewerkers nodig hebben, hij stelt procesmodellen en werkschema's op en hij is verantwoordelijk voor het inrichten van het workflow management van het gehele bedrijf.

Ook hoort bij zijn rol het op elkaar afstemmen van de onderlinge processen en het opstellen van procedures voor de kwaliteitszorg voor de hele organisatie (QA). Bij zijn takenpakket hoort ook het intern begeleiden van de uitvoering van de ontwikkelde processen en het ontwikkelen van een beleidsvoorbereidende visie ten aanzien van productie en logistieke processen.

### **Taken Process Innovator**

1. Het inrichten en verbeteren van de interne processen op structuurniveau afgestemd op het product/markt/technologie-beleid.
  - Ontwikkelen van productie lay-out
  - Aankopen en vervangen van productie machines
  - Aangeven benodigde kennis van medewerkers
  - Opstellen van procesmodellen/schema's
  - Het inrichten van het workflow management
2. Het waarborgen van de kwaliteit van de interne processen.
  - Opstellen van procedures voor kwaliteitsboring (bijvoorbeeld ISO9002).
  - Intern begeleiden van invoering van ontwikkelde processen.
3. Het ontwikkelen van een beleidsvoorbereidende visie ten aanzien van productie en logistieke processen.

#### **3.3.4 Product Data Engineer**

Synoniemen voor de rol van Product Data Engineer zijn: informatie-annalist, datawarehouse specialist en informatie-architect. Doorgaans zal hij de opleiding technische informatica hebben gevolgd.

Kenmerkend voor de nieuwe bedrijfsprocessen is de integratie m.b.v. ICT, waarbij alle bedrijfsinformatie centraal wordt opgeslagen (bijvoorbeeld tekeningen). Voor het opslaan van de gegevens gaat een belangrijke activiteit vooraf, namelijk het opstellen van informatiemodellen. Deze informatiemodellen dienen de informatiebehoefte van de verschillende functies binnen het bedrijf af te dekken én te integreren. Als er een eenduidig model tot stand is gekomen, in samenwerking met de gebruikers, zal het hierop gebaseerde uitvoerende proces effectief zijn en zal hergebruik van kennis efficiënt plaats kunnen vinden. De Product Data Engineer zal zijn collega's in het ontwikkelvlak moeten ondersteunen bij het ontwikkelen van applicaties voor het vastleggen van projectinformatie in productdatamodelen. Alle bedrijfsinformatie wordt opgeslagen in een Engineering Database (EDB) die toegankelijk is voor alle medewerkers in de organisatie. Door het onderhouden van een goed toegankelijke EDB moet de Product Data Engineer voorkomen dat er elders in de organisatie, in het ontwikkelvlak of in de uitvoering, aparte systemen ontstaan voor bijvoorbeeld marketing, inkoop of productievoorbereiding. Hij moet dus zorgen dat de bedrijfsmedewerkers alle beschikbare informatie optimaal kunnen benutten door ze in staat te stellen om met bestaande productcomponenten nieuwe combinaties te maken. Ook dient hij te zorgen voor de benodigde (informatie)structuur voor de informatieuitwisseling met derden, zoals toeleveranciers en klanten. De Product Data Engineer dient zijn collega's, vooral de Software Engineer, te ondersteunen bij het gebruiken van de ontwikkelde structuren en modellen.

Samengevat behoren tot de taken van de Product Data Engineer het specificeren van productinformatie, het beheren van productdata en documenten, het in samenwerking met de Software Engineer (grafisch en alfanumeriek) zichtbaar maken van de gebruiksklare informatie en het creëren van een beleidsvoorbereidende visie op het gebied van Product Data Technologie.

### **Taken Product Data Engineer**

1. Zorgdragen voor de benodigde (informatie)structuur voor het vastleggen van product en proceskennis en informatie-uitwisseling met derden.
  - Ontwikkelen en beheren van informatiemodellen
  - Ontwikkelen en beheren modelleerrichtlijnen
  - Afstemmen data-uitwisseling met derden
2. Toepassingsgericht ontsluiten van de ontwikkelde (informatie)structuur.
  - Ontwikkelen specificaties voor applicatieontwikkeling
  - Inrichten en beheren van engineeringdatabase
  - Intern begeleiden van invoering van ontwikkelde structuren.
3. Het ontwikkelen van een beleidsvoorbereidende visie op het gebied van Product Data Technologie.

### **3.3.5 Software Engineer**

De Software Engineer verzorgt het proces van ICT-ontwikkeling. Meer traditionele benamingen zijn systeembeheerder en programmeur. Hij draagt zorg voor het ontwikkelen en onderhouden van de softwareapplicaties die nodig zijn bij het uitvoeren van de bedrijfsprocessen. Hij beslist over koopsoftware, hij zorgt dat de verschillende bedrijfsapplicaties ingepast worden in een integrale ICT-architectuur. Hij integreert alle ICT-toepassingen en stuurt het proces aan van het op maat maken van applicaties. Hij ontwikkelt in samenwerking met de Product Data Engineer en de gebruikers grafische en alfanumerieke applicaties, zoals bijvoorbeeld een applicatie voor het ontwikkelen van een productconfigurator. In het kader van toepassingsgerichte ontsluiting van de ontwikkelde applicaties maakt de Software Engineer handleidingen bij de applicaties, verzorgt hij trainingen in de omgang met ICT in het hele bedrijf en verleent specifieke ICT-ondersteuning. Tenslotte ontwikkelt hij een beleidsvoorbereidende visie op de toepassing van ICT in de onderneming.

### **Taken Software Engineer**

1. Het realiseren van een integrale ICT-architectuur ter ondersteuning van alle processen in het bedrijf.
  - Opstellen van specificaties voor applicaties
  - Programmeren applicaties
  - Onderhoud software
  - Ontwikkelen van ICT-architectuur
  - Uitvoeren ICT-integratie
  - Selecteren van software
2. Toepassingsgericht ontsluiten van de ontwikkelde applicaties.
  - Het maken van applicatiehandleidingen
  - Verzorgen van trainingen
  - Specifieke ICT ondersteuning (2e lijns helpdesk)
3. Het ontwikkelen van een beleidsvoorbereidende visie op het gebied van ICT.

### 3.3.6 Human Resource Developer

De Human Resource Developer zien we ook wel aangeduid met de naam organisatieontwikkelaar, PZ-functionaris of personeelschef. Zijn hoofdtaak is er voor te zorgen dat de juiste mensen de IO-rollen vervullen en dat er een evenwichtige samenstelling van het personeelsbestand is. Hij ziet toe op de competentiebevordering van de medewerkers door het opstellen van persoonlijke ontwikkelingsplannen (POP's) en door het houden van functioneringsgesprekken. De Human Resource Developer is zich er van bewust dat het nieuwe stuursysteem veeleer een communicatief zelfsturingssysteem is dan het sociaal regelsysteem uit de traditionele situatie. Hij ontwerpt de samenwerkingsverbanden en interne regelkringen zodanig dat de medewerkers meer in de melk te brokkelen krijgen, hetgeen objectief gezien de kwaliteit van de arbeid verhoogt. Immers in zelfsturende teams praten de medewerker mee over alles wat met processturing heeft te maken, want ze zijn zelf verantwoordelijk voor dat proces. De Human Resource Developer maakt de medewerkers zelfbewust. Hij stimuleert de zelfsturende medewerker initiatieven te nemen en zelfs contacten te leggen met partners op het gebied van innovatie. Hij ziet er op toe dat de onderneming zich beperkt tot haar core competence, niet meer alles zelf doet en meer uitbesteedt aan gespecialiseerde 'jobbers'. Daarin stuurt hij mee. De Human Resource Developer ontwikkelt voor de ondersteuning van de bedrijfsprocessen een integrale organisatiestructuur.

Uiteraard is hij ook de traditionele poortwachter, de PZ-functionaris die het aanname- en ontslagbeleid regelt. En zodra de medewerkers zich veilig binnen de poorten van de onderneming bevinden draagt hij zorg voor verdere ontplooiing en ontwikkeling. Hij stelt functiebeschrijvingen op met de bijbehorende competenties, signaleert de individuele opleidingsbehoeftes en stimuleert voor alle medewerkers het leven lang leren binnen de lerende organisatie. De beleidsvoorbereiding op het gebied van organisatie- en personeelsontwikkeling behoort tot zijn taken.

#### **Taken Human Resource Developer**

1. Het ontwikkelen en inrichten van een integrale organisatiestructuur ter ondersteuning van alle processen in het bedrijf.
2. Het bieden van een arbeidsomgeving die maximaal aansluit bij de aanwezige competenties en gewenste competentiebevordering van werknemers.
  - Werving en selectie
  - Competentieontwikkeling werknemers faciliteren en stimuleren
3. Het creëren en instandhouden van de relatie van het bedrijf met de individuele werknemer.
  - Formuleren personeelsbeleid
  - Coachen werknemers (bij interne veranderprojecten)
  - Voeren beoordelings- en /functioneringsgesprekken
  - Verzuimbeleid ontwikkelen en uitvoeren
  - Ontslagprocedure ontwikkelen en uitvoeren
4. Het ontwikkelen van een beleidsvoorbereidende visie op het gebied van de organisatie- en personeelsontwikkeling.

### 3.3.7 Market Developer

De rol van Market Developer is verwant met die van marktverkenner, marketeer, PR-man.

Zijn taak is van strategisch belang: het onderzoeken van nieuwe afzetmarkten, het verkennen van marktsegmenten in aanverwante branches en het taxeren van kansen in andere regio's of in het buitenland. Maar ook zal hij nieuwe kansen voor nieuwe producten binnen bestaande markten in kaart brengen. Tevens is het zijn taak om binnen de onderneming zichtbaar en tastbaar te maken welke producten de concurrenten voeren en hoe die zich qua performance verhouden tot de eigen producten.

De Market Developer is verantwoordelijk voor het verzorgen van een adequate beeldvorming naar buiten toe. Hij verzorgt de PR, publiceert in vakbladen en is de perswoordvoerder.

Tot zijn taken behoren: het onderhouden van strategische contacten met klanten, het doen van marktonderzoek en klanttevredenheidsonderzoek en het bezoeken van beurzen. Hij zal collega's en management regelmatig resultaten voorleggen van omgevingsanalyses en daarbij gebruik maken van SWOT's. Tenslotte verzorgt hij de beleidsvoorbereiding op het gebied van de markt en product/markt combinaties.

#### **Taken Market Developer**

1. Het identificeren en creëren van behoefte aan functies die aansluiten bij de bedrijfscompetenties
  - Het analyseren van de markt en de spelers
  - Strategisch klantcontact
  - Klanttevredenheidsonderzoek
  - Formuleren van programma van eisen voor (nieuwe) functies
2. Het begeleiden van het verkopen en ontwikkelen van (nieuwe) functies.
3. Het verzorgen van de juiste beeldvorming richting externe partijen (PR)
  - Ontwikkelen marketingplan en PR beleid
  - Verzorgen bedrijfspresentatie (keuze juiste kanalen, etc.)
  - Publiceren in vakbladen
4. Het ontwikkelen van een beleidsvoorbereidende visie op het gebied van de markt en product/markt combinaties.

### 3.3.8 Supply Chain Developer

De rol van Supply Chain Developer (vroeger inkoper) bestaat uit het leggen van betrouwbare relaties met toeleveranciers. Zijn taak is het afsluiten van inkoopraamcontracten voor artikelen, onderdelen, materialen, halffabricaten en diensten. Het daadwerkelijke inkopen binnen de kaders van deze raamcontracten wordt uitgevoerd door de Project Planner.

De klassieke inkoper was degene die bij tien bedrijven offertes aanvraag en dan achterover ging leunen, vervolgens de drie meest aantrekkelijke offertes uitkoos, een reisje maakte naar die toeveranciers, daar in onderhandeling ging over de prijs en tenslotte ééntje een contract aanbood. In het IO-bedrijf is de Supply Chain Developer (SCD) een relatiemanager. Hij betreft preferred suppliers bij het productontwikkelingsproces en zorgt dat er een uitwisseling van kennis en ervaring tot stand komt tussen de engineers van beide partijen. Door samen te



ontwikkelen ontstaat een vooraf overeengekomen win-win-situatie. De SCD werkt samen met de Project Planner bij het nemen van maak-koop beslissingen. Zijn inkoopbeleid is afgestemd op de productieplanning en hij streeft naar optimale voorraden: te weinig verstoort de doorlooptijd, te veel betekent renteverlies.

De Supply Chain Developer kijkt over de projecten heen en is alert op standaardisatie en op de mogelijkheden van kwantumkorting bij grotere hoeveelheden. Hij is dus iemand die scherp de kosten bewaakt. Tevens voert hij de beleidsvoorbereiding uit ten aanzien van Supply Chain Management.

#### **Taken Supply Chain Developer**

1. Het opbouwen en onderhouden van een stabiel (naar kwaliteit, kosten en logistiek) netwerk van leverancierrelaties.
  - Afsluiten raamcontracten standaard componenten, capaciteit en spare parts
  - Het analyseren van de toeleveringsmarkt en de spelers
  - Het afsluiten van allianties met strategische partners
  - Beoordelen samenwerking partners
  - Formuleren eisen ten aanzien van leveringsvoorwaarden
2. Het begeleiden van het inkopen van benodigde materialen en componenten in het netwerk van leveranciers.
3. Het ontwikkelen van een beleidsvoorbereidende visie op het gebied van Supply Chain Management.

### **3.4 Rollen in het uitvoeringsvlak**

In het uitvoeringsvlak van het modelbedrijf Integraal Ontwerpen waar de primaire bedrijfsprocessen worden uitgevoerd, zijn er een achttal rollen gedefinieerd:

- Voor het acquisitie- en verkoopproces kennen we twee rollen en wel die van de Account Manager en daarnaast de rol van Sales Engineer die klantwensen in technische termen en specificaties vertaalt.
- Voor ontwerpproces zijn drie rollen gedefinieerd, allereerst die van Product Engineer en Product Support Engineer. Om het gehele realisatieproces, zowel engineering, werkvoorbereiding, productie als installeren en opleveren vorm te geven kennen we de rollen van Project Planner die productprojecten bewaakt, plant en die van binnen de kaders van de raamcontracten de eventuele uitbestedingen en het inkopen van halffabrikaten, materialen en componenten voor zijn rekening neemt. Tijdens het productieproces komt de rol van Production Operator in het vizier.
- Voor de laatste twee processen – onderhoud en sloop – is er een rol weggelegd voor de Maintenance Engineer.

#### **3.4.1 Account Manager**

De Account Manager is de persoon die aan de wieg van een klantproduct staat. Hij brengt de klant ertoe om een opdracht te plaatsen en hij helpt de klant om zijn wensen te vertalen in technische specificaties. Vroeger sprak men van verkopers of vertegenwoordigers. Zij waren degenen die bij potentiële klanten bijna letterlijk een voet tussen de deur probeerden te krijgen om de op voorraad gemaakte producten af te zetten. De moderne Account Manager is eerder een relatiemanager die eerst luistert en dan pas praat. De Account Manager gaat de

boer op en verzamelt prospects, mogelijke klanten. Een eerste positief contact met een klant kan resulteren in een lead, een mogelijke opdracht.

De volgende stap is dat hij in overleg met de Sales Engineer een offerte opstelt op grond van een zo helder mogelijke specificatie van de klantenwensen. De Account Manager moet ook een zekere vrijheid van handelen hebben om met de klant over de offerte in onderhandeling te kunnen gaan.

De Account Manager realiseert dus groei van het klantenbestand en de orderportefeuille middels het actief en gericht benaderen van nieuwe opdrachtgevers. Hij is weliswaar geen marktontwikkelaar maar hij geeft wel marktmogelijkheden door. Ook zal de Account Manager door zijn contacten met klanten allerlei ideeën opdoen met betrekking tot mogelijke productinnovaties. Deze ideeën geeft hij door aan het Product Development Team in het ontwikkelvlak.

#### **Taken Account Manager**

1. Het opbouwen en onderhouden van een netwerk van vruchtbare klantrelaties.
2. Het genereren van orders bij bestaande en nieuwe klanten.
  - Bezoeken (potentiële) klanten
  - Offreren
  - Contractonderhandelingen voeren
  - Vastleggen eisen en wensen klant
  - Opvolgen klantverzoeken
3. Het aanleveren van belanghebbende informatie aan het ontwikkelvlak.
  - Doorgeven ideeën m.b.t. productinnovatie
  - Doorgeven (specifieke) behoefte-informatie t.b.v. marktontwikkeling

#### **3.4.2 Sales Engineer**

Naast de Account Manager kennen we de Sales Engineer, vroeger genoemd de technisch verkoper. Zijn belangrijkste taak is om – met de kennis die hij heeft van het eigen productassortiment en van de technische mogelijkheden van het bedrijf – een offerte op te stellen die beantwoordt aan de klantspecificaties. In die offerte noemt hij niet alleen een prijs maar ook geeft hij aan wanneer en hoe het product leverbaar is.

Klanten kunnen ofwel te vaag ofwel te detaillistisch zijn. In het eerste geval moet de Sales Engineer de klant helpen zijn vage wensen concreet te maken. In het tweede geval moet de Sales Engineer de klant helpen een stapje terug te zetten om duidelijk te krijgen wat de echte vraag is. Wellicht zijn er dan meer technische oplossingen mogelijk dan de klant voor mogelijk had gehouden. De Sales Engineer moet in ieder geval een palet aan varianten kunnen overzien en dat presenteren aan de klant.

Een voor het IO-bedrijf uniek hulpmiddel voor de Sales Engineer is de productconfigurator. Dit is een vraag-en-antwoord spel om de klantwensen te vertalen in een ontwerp op basis van een model van het assortiment aan productvarianties. De Sales Engineer moet als geen ander dit gereedschap kunnen hanteren; daardoor is hij in staat om vrij snel met een productbeschrijving te komen, compleet met kostenindicatie, stuklijst, een 'groslijst' met mogelijke product support producten (PSP) en een eerste visualisatie van het product in een CAD-applicatie.

De Sales Engineer vertaalt nieuwe klantwensen naar productontwikkelingen en maakt op basis daarvan voorstellen, gericht op het ontwikkelen van nieuwe producten en diensten voor de onderneming. Ook de Sales Engineer draagt ideeën aan met betrekking tot interessante klantspecifieke oplossingen en innovaties en geeft deze door aan het Product Development Team.

#### **Taken Sales Engineer**

1. Het vertalen van de klantwensen in een of meer principeontwerpen geoptimaliseerd over de gehele levenscyclus van het product (complexe cluster).
  - Vertalen klantwensen naar (technische) specificaties
  - Product configureren
  - Ontwerpen klantspecifiek deel van de aanbieding
  - Evalueren van ontwerp op LCE aspecten
  - Genereren verkoopstuklijst/selecteren componenten
  - Calculeren
  - Ontwerpen mogelijke product support diensten
  - Samenstellen technische beschrijving (documentatie) product
  - Presenteren (technische) oplossing(en) aan klant.
2. Het aanleveren van belanghebbende informatie aan het ontwikkelvlak.
  - Informatie m.b.t. klantspecifieke oplossingen
  - Nieuwe specificaties t.a.v. innovaties
  - Feedback op innovaties

#### **3.4.3 Product Engineer**

De Product Engineer ontwerpt een product volgens de klantspecificaties. Synoniemen voor Product Engineer zijn engineer, tekenaar, constructeur, detail engineer. De Product Engineer is niet de persoon die een (nieuw) product van scratch af ontwerpt. De vóórontwikkeling komt voor rekening van de Product Innovator; de Product Innovator ontwerpt Lego, de Product Engineer bouwt er mee. De Product Engineer is derhalve in staat met behulp van software productvarianten te realiseren. Op basis van intelligente driedimensionale parametrische modellen kunnen tekeningen worden gegenereerd en vindt er in vergelijking met de traditionele situatie veel minder tekenwerk plaats. Op deze manier vindt ook al een groot deel van de werkvoorbereiding plaats. Op basis van een dergelijk driedimensionaal geometrisch model kunnen bijvoorbeeld automatisch plaatuitslagen worden gemaakt, waar een laser- of waterstraalsnijmachine mee kan worden aangestuurd.

Door op deze manier het standaard deel van het ontwerp veel sneller en efficiënter uit te voeren, krijgt hij meer tijd voor het adequaat uitwerken van het klantspecifieke deel van het ontwerp, standaardisatie en productoptimalisatie, het interessantere werk. Hij optimaliseert het product functioneel en zoekt een goede balans tussen duurzaamheid en kostprijs. Hij werkt dus een offertetekening uit door de nodige details in te vullen. Hij maakt werktekeningen met stuklijsten. Bij complexe producten maakt of genereert hij naast samenstellingen ook monotekeningen. Hij maakt zoveel mogelijk gebruik van de gegevens en ontwerp informatie die in eerdere projectfasen al in het projectmodel zijn vastgelegd. Hij voegt kennis toe, legt projectkennis vast en documenteert het hele ontwerpproces. Op deze manier groeit het digitale Technisch Constructie Dossier. Hij optimaliseert uiteraard naar betrouwbaarheid, onderhoudbaarheid en milieuaspecten. Dat kan alleen als hij rekening houdt met alle aspecten van de life

cycle: klantspecificatie, ontwerp, productie en levering. De Product Engineer heeft kennis van 2D- en 3D-tekenpakketten zoals Solid Works en Pro/Engineer. Interessant voor het Product Ontwikkelt Team in het ontwikkelvlak zijn de gedetailleerde uitwerkingen van (interessante) klantspecifieke oplossingen. Op basis hiervan kan het standaardassortiment in het product met nieuwe variaties worden aangevuld en kan de software, bijvoorbeeld de productconfigurator, worden uitgebreid zodat in toekomstige gevallen meer functionaliteit aan klanten kan worden aangeboden.

#### **Taken Product Engineer**

1. Het uitwerken van het principeontwerp tot een detailontwerp op basis van specificaties geoptimaliseerd over de gehele levenscyclus van het product (complexe cluster).
  - Specificeren detailontwerp
  - Configureren detailontwerp
  - Detailleren klantspecifiek deel van de order
  - Evalueren van ontwerp op LCE aspecten
  - Samenstellen werktekeningen
  - Genereren monotekeningen
  - Genereren productiestuklijsten
2. Het aanleveren van belanghebbende informatie aan het ontwikkelvlak.
  - Informatie m.b.t. klantspecifieke oplossingen (op detailniveau)
  - Nieuwe specificaties t.a.v. innovaties (op detailniveau)
  - Feedback op innovaties (op detailniveau)

#### **3.4.4 Product Support Engineer**

De Product Support Engineer vervult een steeds belangrijker rol. Hij ondersteunt het product door accessoires en diensten aan te bieden die het product voor de klant aantrekkelijk maken. Net als bij de Product Engineer is de Product Support Engineer niet de allereerste ontwerper, want ook hier komt de vóórontwikkeling voor rekening van de Product Support Innovator. De Product Support Engineer detailleert de supportproducten zoals besproken met de klant voor de gebruiksfase van het product. Voorbeelden van dit soort producten: handleidingen voor gebruik onderhoudsschema's, reserveonderdelen, reparatiesets, opschriften en logo's, verpakkingen, logistieke hulp en documentatie voor klantspecifieke systemen. Ook stelt hij onderhoudscontracten op. Tevens brengt hij de kosten in beeld van de totale levenscyclus van het product inclusief onderhoud. Hij denkt actief met de klant mee over de onderhoudsorganisatie en hij anticipeert op deze taken door reeds in het ontwerp onderhoudsaspecten te integreren. Aldus optimaliseert hij de kosten tijdens de gebruiksfase. De Product Support Engineer draagt zorg tevens voor productcertificering en het uitbreiden van de informatie in het projectmodel (digitale Technisch Constructie Dossier) met de gegevens die betrekking hebben op de Product Support diensten voor de desbetreffende klant. Ook voor de Product Support Engineer geldt dat de gedetailleerde uitwerkingen van (interessante) klantspecifieke oplossingen op het gebied van Product Support interessant zijn voor het Product Ontwikkelt Team in het ontwikkelvlak. Op basis hiervan kan het standaardassortiment van Product Support diensten worden uitgebreid, zodat in toekomstige gevallen meer functionaliteit op dit gebied aan klanten kan worden aangeboden.

### **Taken Product Support Engineer**

1. Het uitwerken van het ontwerp van de mee te leveren product support diensten op basis van de gestelde specificaties.
  - Specificeren product support diensten (in afstemming met klant)
  - Configureren en detailleren product support diensten
  - Evalueren detailontwerp product support diensten
  - Detailleren klantspecifiek deel van de product support diensten
2. Het aanleveren van belanghebbende informatie aan het ontwikkelvlak.
  - Informatie m.b.t. klantspecifieke product support diensten
  - Nieuwe specificaties t.a.v. innovaties van product support diensten
  - Feedback op innovaties van product support diensten

### **3.4.5 Project Planner**

De Project Planner heeft als lid van het Operations Team een ruimer takenpakket als de traditionele planner of werkvoorbereider. De verantwoordelijkheid voor de planning van het project begint al op het moment dat de offerte een order wordt en loopt tot de oplevering van de machine of installatie aan de klant. Het inplannen van de order van de klant en het zorg dragen voor een snelle doorloop is zijn taak. Hij heeft dus een coördinerende rol bij het tot stand komen van een klantenproject. Hij moet creatief kunnen omspringen met de beschikbare capaciteit.

In dit deel van het proces is hij technisch inhoudelijk het aanspreekpunt voor de klant. Hij draagt tevens zorg voor de afstemming tussen verschillende klantprojecten, coördineert dus over de projecten heen. De Project Planner is een typische chasseur, iemand die achter medewerkers en toeleveranciers aanjaagt, die creatieve oplossingen zoekt als dingen mis dreigen te lopen. Als bepaald werk niet intern gedaan kan worden zoekt hij extern mogelijkheden. Omgekeerd kan hij ook beslissen iets zelf te doen als de toeleverancier te laat, te duur of te slecht blijkt te zijn. Hij neemt dus binnen de kaders van de lopende raamcontracten maak-koop beslissingen. Daarbij maakt hij een afweging tussen snelheid, kwaliteit en kostprijs. Ook alle informatie die hij genereert en de beslissingen die hij maakt documenteert hij in het (integrale) projectmodel, zodat de planningsgegevens voor de betrokken personen altijd up-to-date en beschikbaar is.

De Project Planner levert informatie met betrekking tot de inkoop van materialen en halffabrikaten en eventuele uitbestedingen aan de Supply Chain Developer in het Product Development Team dat op basis hiervan de samenwerking met derden en de raamcontracten kan evalueren en eventueel kan herzien. Ook kan de Project Planner nieuwe samenwerkingsverbanden voorstellen aan het Product Development Team.

### **Taken Project Planner**

1. Het zorgdragen voor het tijdig opleveren van het product binnen de overeengekomen leveringstermijn met een zo optimaal mogelijk gebruik van de beschikbare middelen.
  - Maken overall projectplanning
  - Capaciteit en materialen reserveren c.q. bestellen
  - Optimaliseren gebruik beschikbare middelen
  - Bepalen routing product tijdens productieproces
  - Voortgang realisatie communiceren met klant
  - Maken make or buy beslissing
  
2. Het aanleveren van belanghebbende informatie aan het ontwikkelvlak.
  - Informatie m.b.t. inkoop en uitbesteding
  - Nieuwe specificaties t.a.v. innovatie van samenwerkingsvormen
  - Feedback op innovatie van samenwerkingsvormen

### **3.4.6 Production Operator**

De Production Operator is de rol die in het bedrijfsleven het meest veelvuldig en in de meest rijke schakeringen voorkomt. En uiteindelijk zijn de productiemedewerkers in economisch opzicht de meest vitale maar ook meest kwetsbare schakels in de life cycle. Zonder arbeiders geen productie. Omdat arbeid duur is confronteert dat bedrijven met de paradox dat producten zodanig moeten worden ontworpen dat er zo weinig mogelijk arbeid aan te pas komt.

In een traditioneel en tayloristisch georganiseerd bedrijf heeft de productiemedewerker een beperkte verantwoordelijkheid en monotoon werk. De werkzaamheden zijn afgekaderd; er zijn machine-operators, bevoorraders, planners, meewerkend voormannen, onderhoudsmonteurs en kwaliteitscontroleurs. In een IO-bedrijf maken de medewerkers deel uit van een zelfsturend team. Deze teams zijn in grote mate zelf verantwoordelijk voor de realisatie van de projecten binnen door het management vastgestelde normen. De Production Operator vervult daarin talloze taken. Hij bedient machines (is operator) en stelt productiemachines op, af en in. Hij vult de microplanning van werkzaamheden in, hij regelt de logistiek, doet klein onderhoud aan machines en stemt met collega's de dagelijkse werkzaamheden af. Hij documenteert zijn werkzaamheden in het integrale projectmodel. Ook meldt hij actief storingen terug naar werkvoorbereiders en ontwerpers en doet verbetervoorstellen. Hij documenteert zijn bevindingen, legt wijzigingen op tekening vast en is aldus betrokken bij innovatie op microniveau.

### **Taken Production Operator**

1. Het maken van het product voor de klant overeenkomstig het (detail)ontwerp en (grof)planning.
  - Maken micro planning in afstemming met teamleden
  - Materiaal en gereedschap verzamelen en na gebruik opbergen
  - Het maken en samenstellen van productonderdelen
  - Kwaliteitscontrole eigen werk
  - Halffabrikaat opleveren
  - Vastleggen en terugkoppelen wijzigingen “as built”
2. Het aanleveren van belanghebbende informatie aan het ontwikkelvlak.

### **3.4.7 Maintenance Engineer**

De Maintenance Engineer, een oude benaming voor deze rol is servicemedewerker of onderhoudsmonteur, levert een product af of installeert het systeem bij de klant. Daarmee is evenwel het werk nog niet gedaan. Na de realisatie van een project levert de Maintenance Engineer op een pro-actieve manier service. En naast het doen van onderhoud is hij in staat om ter plekke bij de klant nieuwe servicebehoefes vast te stellen.

Tot zijn taken behoren: het invullen van de microplanning van werkzaamheden, het installeren van systemen en het doen van onderhoud. Van groot belang voor het bedrijf, met name voor de ontwikkelprocessen, is de informatie die via de Maintenance Engineer uit het veld terugkomt. Het is dan ook essentieel dat hij op een gestructureerde en goed gedocumenteerde manier zijn veldgegevens aanlevert. Ook deze gegevens worden weer aan het projectmodel (digitale Technisch Constructie Dossier) toegevoegd.

### **Taken Maintenance Engineer**

1. Installeren en onderhouden van het product tijdens de gebruiksfase bij de klant.
  - Invullen micro planning van werkzaamheden in afstemming met teamleden
  - Installeren van systeem
  - Inspecteren en testen
  - Verrichten van onderhoudswerkzaamheden (pro-actief, zelfst. comp)
  - Communiceren met klant m.b.t. installatie- en onderhoudswerkzaamheden
  - Bestellen onderhoudscomponenten
  - Vastleggen en terugkoppelen wijzigingen “as maintained”
2. Het aanleveren van belanghebbende informatie aan het ontwikkelvlak.





## 4. Competenties Integraal Ontwerpen

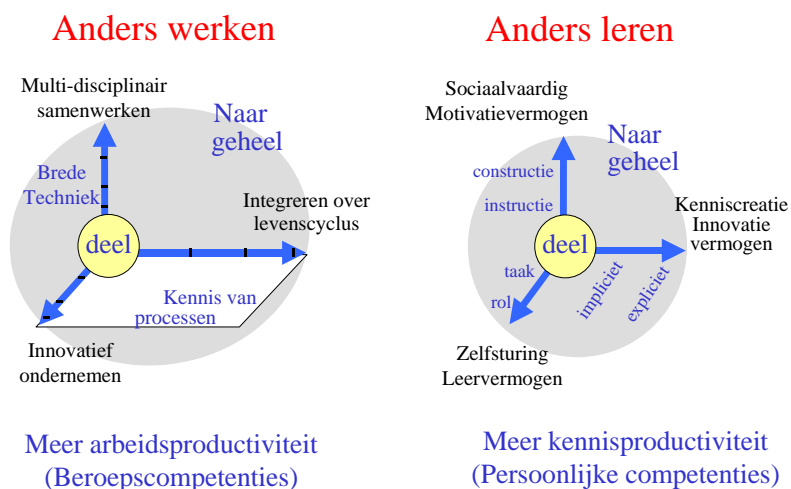
In de moderne bedrijven zijn mensen met nieuwe competenties nodig, met vaardigheden die gerelateerd zijn aan kenniscreatie, samenwerken, levenscyclusbewust en ondernemingszin. Dit soort voorkeuren blijkt al in de praktijk bij aanneming van jong personeel. Een personeelsfunctionaris gaat na of de opleiding met goed gevolg is afgerond, maar de cijferlijst is niet doorslaggevend. Bij een assessment gaat het veeleer om een oordeel over het potentieel, de persoonlijkheid, de houding, de sociale vaardigheden en communicatievaardigheden en of men een teamplayer is. Dit zijn de 'nieuwe' competenties die bedrijfsmedewerkers nodig hebben om anders te kunnen werken.

### 4.1 Visie op competenties

Als bedrijven Integraal Ontwerpen als filosofie hanteren zullen de medewerkers over beroepsvaardigheden moeten beschikken in een drietal categorieën. Het gaat om multidisciplinair handelen, levenscyclusbewust denken en ondernemerschap. Daarnaast moet hun persoonlijke functioneren en beroepshouding passen in het nieuwe bedrijf. Ook voor deze ruimte gebruiken we drie categorieën, ofwel drie assen, die min of meer onafhankelijk van elkaar zijn. Deze persoonsgerichte competenties hebben te maken met systeemdenken, zelfmotivatie en sociale vaardigheden; we kunnen ook zeggen: met denken, willen en voelen. In feite komen deze vaardigheden in elk beroep van pas, of men nu technicus, verpleegkundige of balletdanser is. Deze persoonsgerichte competenties zijn niet los te denken van de beroepscompetenties. Ze zijn wel te onderscheiden maar niet te scheiden, als schering en inslag van hetzelfde weefsel.

### 4.2 Kerncompetenties Integraal Ontwerpen

Deze beroepscompetenties en persoonlijke competenties vormen samen de zes kerncompetenties van Integraal Ontwerpen, zie Figuur 8. Deze kerncompetenties betreffen de kennis, houding en vaardigheden op hoofdniveau die noodzakelijk zijn binnen de kenniseconomie, die het hoofd bieden aan de eisen van een vraaggestuurde dienstverlening, waarmee geanticipeerd kan worden op de belangrijkste trends in onze samenleving en die zowel betrekking hebben op het uitvoeren van de beroepsrollen als op het persoonlijk functioneren.

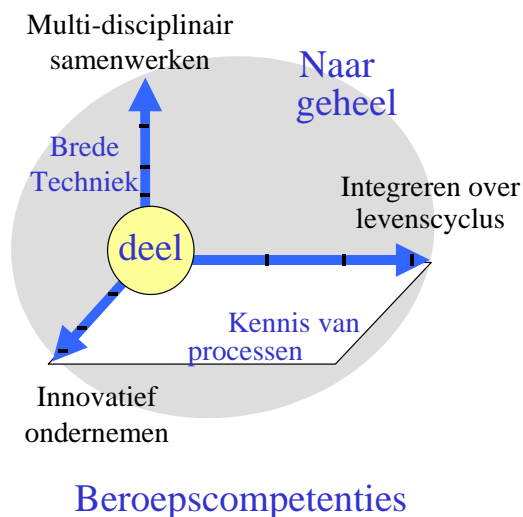


Figuur 8 Zes kerncompetenties van Integraal Ontwerpen

Wat zijn die kerncompetenties nu precies? Deze competenties kunnen, zoals gezegd, worden opgedeeld in beroepscompetenties en persoonlijke competenties. In de component 'Anders werken' worden de beroepscompetenties (vakvaardigheden) beschreven die alle competenties omvat die met beroepsrollen te maken hebben. De 'Anders leren' component beschrijft alle persoonlijke competenties die aan het persoonlijk functioneren zijn gerelateerd. De beroepscompetenties zijn dus gerelateerd aan technische bedrijven, de persoonlijke competenties verwijzen naar competenties die in feite in elk beroep zinvol zijn. In het vervolg van dit hoofdstuk zullen zes kerncompetenties nader worden beschreven.

### 4.3 Beroepscompetenties

De nieuwe denk- en werkwijze van Integraal Ontwerpen wat resulteert in het 'anders werken' binnen bedrijven vergt nieuwe competenties van de medewerkers, zie Figuur 9. Deze medewerkers hebben nieuwe vaardigheden nodig die gerelateerd zijn aan samenwerken, de productlevenscyclus en aan ondernemingszin. Allereerst wordt dieper ingegaan op wat het multifunctionele samenwerken of levenscyclus gericht ontwerpen nu precies inhoudt. Vervolgens wordt dieper ingegaan op het ondernemerschap. Tenslotte wordt behandeld wat multidisciplinair samenwerken inhoudt.



**Figuur 9** Drie onafhankelijke assen spannen de beroepscompetenties op

#### 4.3.1 Multi-functioneel denken

Belangrijk aangrijpingspunt voor een beter gebruik- en onderhoudsvriendelijk functioneren van een product of installatie ligt in de ontwerpfase. Hier kan met een beperkte inspanning een grote invloed worden uitgeoefend op de totale kostenstructuur van het product of de installatie. Dit vergt een benadering waarbij men rekening moet houden met alle aspecten over de levenscyclus zoals prestatie, bedrijfszekerheid, onderhoudbaarheid, veiligheid en kosten. In de praktijk vertaalt zich dit in het werken met multifunctionele teams waarin onder andere deelnemen de afdelingen verkoop, engineering en onderhoud. Mede door inzet van informatiesystemen kan kennis worden gedeeld en het procesgericht denken over de levenscyclus worden gestimuleerd.

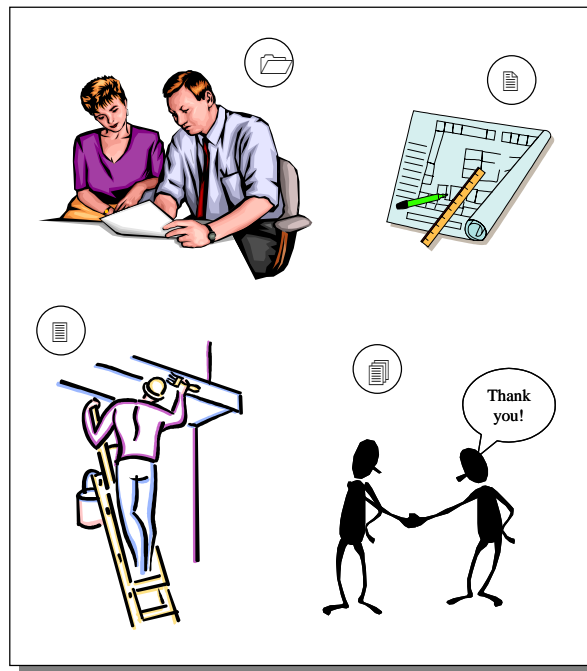
Werd de oude werkwijze gekenmerkt door vakgericht denken, de nieuwe werkwijze wordt vooral gekenmerkt door klantgericht denken. Dit is weergegeven

in Figuur 10. Bedrijven moeten anticiperen op storingen zoals ongevallen, rampen, milieuproblemen en verstoorde productie. Het doen van effectief onderhoud is essentieel voor bedrijfszeker en veilig functioneren. Met onderhoud is alleen in Nederland al een bedrag gemoeid van enkele tientallen miljarden euro's (Zaal, 2001). Er is dus sprake van een aanzienlijk economisch belang. Reden te meer om de partiële technische benadering van het productontwerp te verlaten en over te gaan tot een integrale levenscyclusbenadering van technische systemen.

Het gaat om het denken en werken vanuit ketens van activiteiten omdat dit van invloed is op de uiteindelijke toegevoegde waarde van een bedrijf. In de praktijk vertaalt dit denken zich in de noodzaak te werken in multifunctionele teams waarin de relevante afdelingen uit een bedrijf participeren (1). Afhankelijk van de aard van het bedrijf zijn dit bijvoorbeeld de afdelingen verkoop, engineering, productie en werkvoorbereiding, onderhoud, nazorg of after sales.

De inzet van ICT-systemen is onontbeerlijk om kennis te delen en het procesgericht denken over de gehele levenscyclus van een product of dienst te stimuleren. Bij kennis delen moeten medewerkers competent zijn in het cross-functioneel kunnen denken en werken over de gehele levenscyclus van een product of dienst. Met andere woorden: naast het productdenken is het procesdenken van belang. Alle ontwerpafspraken dienen digitaal op tekeningen en in documenten te worden vastgelegd (2).

Bedrijven moeten ook rekening houden met de snelheid van de opeenvolgende fasen. De tijd tussen het verstrekken van de opdracht en het afleveren aan de klant moet zo kort mogelijk zijn. Bij veel consumentenproducten gaat het niet zozeer om goedkoop als wel om snel. Daarbij komt dat de consument in toenemende mate behoefte heeft aan ondersteuning bij het gebruik van producten, systemen en diensten tijdens de hele levenscyclus. Die behoefte groeit naarmate de complexiteit van producten toeneemt □ ze zitten vaak vol met embedded software □ en naarmate klanten veeleisender worden.



Figuur 10 Multifunctioneel denken en handelen

In de oude werkwijze was men voornamelijk gericht op het leveren van vakwerk. Ook in de nieuwe werkwijze dient vakwerk geleverd te worden (3) vaak met een uitstekende kwaliteit. Derhalve zal een ontwerpteam tegelijk met het product ook de service ontwerpen; zo heeft de gebruiker handleidingen nodig, reserveonderdelen en productinfo. Dit alles leidt er uiteindelijk toe dat de klant een product of dienst geleverd krijgt waar hij om gevraagd heeft en waarbij het invloed gehad heeft op het totstandkomingsproces en waar hij tevreden op kan terugkijken (4).

### 4.3.2 Multi-disciplinair denken

De ontwerpomgeving in de Metalektro is complexer geworden. Dit betreft onder andere samenwerking over geografische grenzen heen, het gebruik van engineeringdatabases voor hergebruik plus het delen van kennis en het parallel werken in teams. Het beheersen van deze nieuwe ontwerpomgeving vereist naast techniek de inzet van zowel bedrijfskundige als informatiekundige kennis en vaardigheden. Bedrijfskundige kennis is gericht op het functioneren van een individu in teams en het organiseren en beheersen van de processen. De informatiekundige kennis betreft methodieken voor het vastleggen van kennis in systemen en bestanden en het leren benutten van computer- en communicatietools. Op de snijvlakken van de disciplines bevinden zich de nieuwe te operationaliseren concepten.

De nieuwe werkwijze wordt, in tegenstelling tot de oude werkwijze, gekenmerkt door multi-disciplinair denken. Dit is weergegeven in het storyboard van Figuur 11. De schotten die in de traditionele organisatie een grote belemmering vormden, zijn uit de nieuwe organisatie verwijderd (1). Het werk in de bedrijven wordt uitgevoerd in projectteams waarin specialisten met elkaar samenwerken, elkaars jargon spreken, zich met elkaars taken durven te bemoeien (3). Resultaat is een intensere afstemming en betere integratie van kennis en vakmanschap.



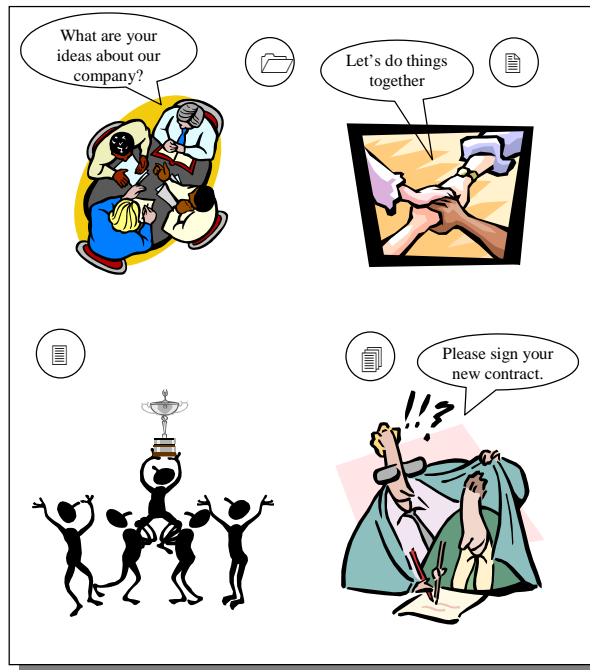
Figuur 11 Multidisciplinair denken en handelen

Relaties zijn belangrijk, niet alleen intern, maar ook extern. Intern moet een medewerker constructief kunnen samenwerken met collega's uit andere disciplines, uit andere afdelingen en uit andere hiërarchische lagen. Extern moet de medewerker een goede ambassadeur zijn, zoals bijvoorbeeld bij het benaderen van leveranciers. Dat gaat steeds minder via afstandelijke offerteprocedures en steeds meer door vroege betrokkenheid van toeleveranciers in het ontwikkelproces. Calculerende prijsinkopers moeten transformeren tot visionaire relatiemanagers. De vele korte relaties op het gebied van ontwikkeling, inkoop, subcontracting en logistiek wijzigen in langetermijncontracten met een beperkt aantal betrouwbare partners, preferred suppliers (2). Bedrijven zullen uiteindelijk technici werven die affiniteit hebben met bedrijfsvoeringproblematiek en in teams willen en kunnen werken. In organisaties waar het aantal hiërarchische niveaus is teruggebracht vraagt men nadrukkelijker naar specifieke kennis van de primaire bedrijfsprocessen. De manager stelt zich niet meer op als een autoritaire baas, maar zal veel meer de rol spelen van de ondersteunende en faciliterende coach (4).

### **4.3.3 Ondernemen**

Zoals gezegd zijn in moderne bedrijven mensen nodig met nieuwe competenties, met vaardigheden die gerelateerd zijn aan samenwerken, de productlevenscyclus en aan ondernemingszin. Hier wordt dieper ingegaan op het ondernemerschap. De nieuwe werkwijze wordt vooral gekenmerkt door het ondernemengerichte karakter van het leiden van de organisatie. Dit is weergegeven in Figuur 12. Ondernemerschap is tegenwoordig niet alleen zaak voor het management maar voor ieder lid van de organisatie. Zowel grote bedrijven als het midden- en kleinbedrijf (MKB) voelen zich uit strategische overwegingen genoodzaakt snel en alert te reageren en alle handen en hersenen te mobiliseren in de dagelijkse strijd om het bestaan. Die medewerker is zich bewust van de verschillende bedrijfsfuncties die waarneembaar zijn op het ondernemersvlak, namelijk beleid formuleren (beleidsvlak), procedures en tools ontwikkelen (ontwikkelvlak) en werk uitvoeren en ondersteunen (uitvoeringsvlak) (1).

Elke medewerker in de nieuwe platte organisatie moet 'ondernemend' denken en handelen. De medewerkers worden ook daadwerkelijk betrokken bij het bepalen van de doelstellingen en strategie van de onderneming (1). Het gevaar loert dat de medewerkers zich gaan gedragen als plichtsgetrouwe ambtenaren die hun taken doen en de business aan het management overlaten. Een moderne onderneming evenwel is zodanig ingericht dat mensen zich niet verloren voelen in de massa. Medewerkers zijn lid van zelfsturende teams die binnen hun eigen systeemgrens uitdagende doelen nastreven (2). Die teams zijn georganiseerd rond producten en diensten die voor het bedrijf essentieel zijn.



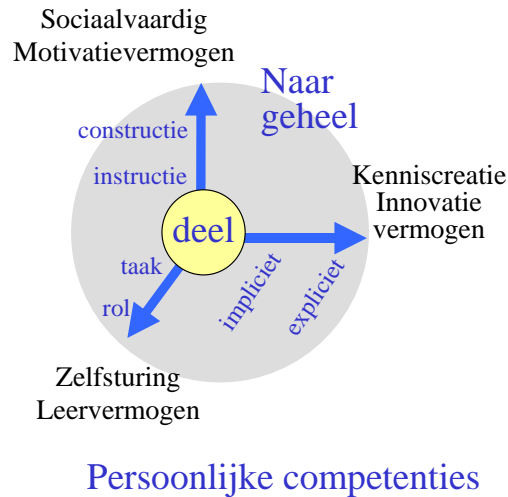
**Figuur 12** Ondernemingericht denken en handelen

De mogelijkheden voor innovatieve toepassingen van ICT zijn legio, mits men maar uit greep van het lopende orderwerk weet los te komen. Voor het ontwikkelen van tools voor verbetering van de efficiency van de eigen bedrijfsprocessen, het ontwikkelen van producten, processen en faciliteiten, moet men ook daadwerkelijk mensen grotendeels vrijmaken van orderwerkzaamheden. Voor een succesvolle implementatie van Integraal Ontwerpen is een dergelijke aanpak essentieel. De ideale aanpak die proefondervindelijk is ontwikkeld, wordt gekenmerkt door kleine overzichtelijke projecten met concrete (financiële) resultaten, waarbij de projectactiviteiten afwisselend het karakter hebben van research en toepassing (3).

Aan de andere kant is het van belang dat innovatieve ontwikkelingen, die tijdens het orderwerk plaatsvinden, worden herkend en zo door de organisatie worden verwerkt, dat ze ook in andere projecten opnieuw kunnen worden toegepast. Dit ontstijgen van de orderwerkzaamheden, het gestructureerd nadenken over de eigen procesvoering en het lanceren van verbetervoorstellen vanuit het primaire proces, wat wel wordt aangeduid met de term 'tweede orde leren', is een belangrijke sleutel voor efficiencyverbeteringen. Zo ontstaat een lerende organisatie die in staat is de in het bedrijf aanwezige kennis efficiënt toe te passen in de bedrijfsprocessen. Het is van belang successen binnen een organisatie met het gehele team te delen (3) en ieder individu in de organisatie dient volwaardig behandeld te worden en gewaardeerd naar zijn inzet en capaciteiten (4).

#### **4.4 Persoonlijke competenties**

De nieuwe denk- en werkwijze van Integraal Ontwerpen wat resulteert in het 'anders werken' binnen bedrijven vergt nieuwe competenties van de medewerkers. Naast de in de voorgaande paragrafen beschreven beroepscompetenties, moet een medewerker beschikken over persoonlijke competenties. Voor deze persoonsgerichte competenties kunnen we een driedimensionaal model tekenen, zie Figuur 13.



**Figuur 13** Drie onafhankelijke assen spannen de persoonsgerichte competenties op

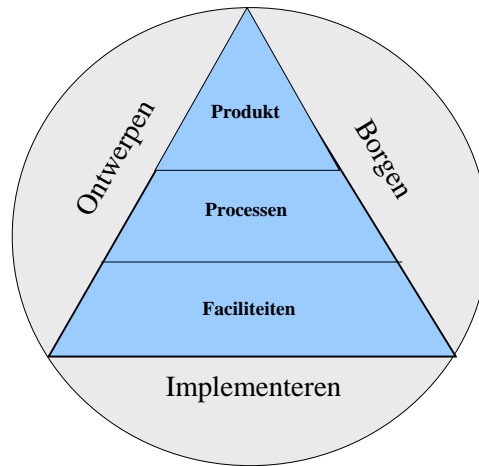
Als eerste noemen we de kenniscreatie-as die verwijst naar het via modellen omzetten van impliciete persoonsgebonden kennis in expliciete kennis. De tweede as heeft betrekking op het leervermogen door middel van zelfsturing. De derde as zouden we de communicatie-as kunnen noemen. Deze heeft betrekking op sociale en communicatieve vaardigheden.

#### 4.4.1 Kenniscreatie

Integraal werken en ondernemen vereist een zeker abstractievermogen. De kern hiervan is de competentie om via modellen persoonsgebonden kennis om te zetten in expliciete kennis, externaliseren genoemd. Na combinatie tot nieuwe kennis kan het weer worden toegepast en leidt tot interne verrijking c.q. kennisgroei, internaliseren genoemd.

De methodische aanpak voor kenniscreatie is gevisualiseerd in het innovatiewiel van Figuur 14. Het wiel symboliseert een methode waarmee producten, processen en faciliteiten integraal ontworpen, geborgd en geïmplementeerd kunnen worden. In de praktijk zijn het designteams in scholen en bedrijven die deze methode toepassen. Tijdens het ontwerpproces wordt cyclisch een viertal processen doorlopen. Het proces start met het externaliseren van impliciete kennis uit de hoofden van medewerkers in expliciete kennis die onafhankelijk van de medewerkers (in een systeem) is vastgelegd. Deze kennis wordt vastgelegd in modellen, schema's tekeningen, tabellen of tekstuele beschrijvingen. Het combineren van deze expliciete bedrijfskennis met nieuwe beelden en inzichten leidt tot nieuwe ideeën en toepassingen in de praktijk. Dit proces wordt aangeduid met de term internaliseren. Vervolgens ontstaat een informeel proces van het uitwisselen van ervaringen binnen de organisatie, het socialiseren. Zo komt de kenniscreërende organisatie op een hoger niveau van functioneren.





**Figuur 14** Methodische aanpak systeeminnovatie (innovatiewiel)

Het borgen houdt het consolideren of verankeren van de verworvenheden in. Het vereist veel discipline van de enthousiaste vernieuwers die dit procedurele werk vaak saai vinden. Net als bij het ontwerpen (kenniscreatie) heeft het borgen van de verworvenheden betrekking op het gehele systeem: de vernieuwing van het product, de bijbehorende processen en de faciliteiten (ICT en infrastructuur). Het daadwerkelijk implementeren van de innovatie in de bedrijfsprocessen vergt samenwerking vanuit de gezamenlijk geformuleerde doelen. Dit gaat niet vanzelf. Personen en organisaties moeten hiervoor beschikken over communicatieve vaardigheden en sociale competenties.

#### 4.4.2 Zelfsturing

Zelfsturende teams vormen de natuurlijke habitat (werkomgeving) voor meedenkende medewerkers in een dynamische organisatie. De kapstok voor een rationeel en pragmatisch ontwerp van zo'n organisatie zijn de concepten van kenniscreatie en systeemleer. Uit onderzoek blijkt dat werkstress en uitval afnemen als de vrijheid van handelen toeneemt, ook al blijft de werkdruk hoog (Karasek, 1989). Daarom legt De Sitter in zijn model de stuur- en regeltaken in handen van de uitvoerders zelf; aldus ontwerpt hij zelfsturende teams van medewerkers die zelf 'aan de knoppen draaien'.

Zelfsturing stelt uiteraard eisen aan de moderne medewerker. Hij beschikt over de competentie om het eigen werkproces te sturen, hij mag ingrijpen en hij kan zelfs meepraten over de sturnormen. Deelactiviteiten uit de regelkring zijn meten, vergelijken met de norm, plannen van acties, ingrijpen, uitvoeren. De hierbij verwachte attitude van de medewerker is dat hij dit ziet als een taakverrijking en niet als een extra last. De medewerkers krijgen intern en extern meer in de melk te brokkelen, hetgeen objectief gezien de kwaliteit van de arbeid verhoogt. Intern praat de medewerker mee over alles wat met processturing heeft te maken, want hij is zelf verantwoordelijk voor dat proces.

En wat de externe relaties betreft is hij de steunpilaar van de 'genetwerkte' onderneming die niet meer zelf het wiel uitvindt. De zelfsturende medewerker neemt initiatieven, legt zelfs contacten met partners op het gebied van innovatie. Het is in zijn eigen belang dat de onderneming zich beperkt tot haar core competence, niet meer alles zelf doet en meer uitbesteedt aan gespecialiseerde 'jobbers'. Daarin stuurt hij mee.



#### **4.4.3 Sociale en communicatieve vaardigheden**

Papier is geduldig als we schrijven dat ondernemend handelen, multidisciplinair samenwerken en multifunctioneel anticiperen belangrijke IO-competenties zijn. Maar samenwerkende technici ontberen vaak communicatieve vaardigheden, ze hebben sociaal gezien soms twee linkerhanden. Daarom is het belangrijk aan deze vaardigheden de nodige aandacht te schenken. Afgelopen jaren is het bewustzijn ontstaan dat naast IQ ook EQ - emotionele intelligentie - van wezenlijk belang is om zinnig te functioneren. Om een groepsproces positief te kunnen beïnvloeden moet men empathisch zijn, dit wil zeggen: men moet zich kunnen inleven in de gevoelens van anderen, deze gevoelens begrijpen, benoemen en accepteren.

Bovendien moet een teamlid coöperatief zijn, zich loyaal tonen, afspraken nakomen, een constructieve bijdrage leveren aan het groepsproces, initiatieven nemen en voor groepstaken verantwoordelijkheid op zich nemen. Een moeilijke vaardigheid is om als groepslid een gezond beoordelingsvermogen voor probleemsituaties te ontwikkelen; objectief waarnemen en goed inschatten is een kunst.

Twee andere sociale vaardigheden zijn min of meer tegengesteld aan elkaar: een groepslid moet zowel assertief als flexibel zijn. Een groepslid moet een duidelijk eigen standpunt innemen, gedachten en opvattingen openlijk uiten, zelfs als er oppositie is. Van de andere kant betekent samenwerken ook flexibel zijn, eigen emoties aanpassen, zich aanpassen aan onbekende, onvoorspelbare en dynamische omstandigheden, open staan voor nieuwe ideeën.

Tot slot moet een medewerker over het vermogen beschikken technische inhoud overdraagbaar te maken, hij moet helder kunnen rapporteren en een projectresultaat mondeling of schriftelijk kunnen presenteren.

#### **4.5 Introductiemodule**

Rond de kerncompetenties van Integraal Ontwerpen is een introductiemodule ontwikkeld met een omvang van ongeveer een tweedal dagdelen. De module heeft het karakter van een workshop. Het doel van deze introductiemodule is de bewustwording van de belangrijkste elementen van Integraal Ontwerpen op hoofdniveau. Afhankelijk van de bekendheid van de cursist(en) met Integraal Ontwerpen kan de competentiebevordering voor het uitvoeren van een van de rollen van Integraal Ontwerpen voorafgegaan worden door deze introductiemodule. Er moet een omschakeling plaatsvinden van de traditionele denk- en werkwijze naar de nieuwe denk- en werkwijze van Integraal Ontwerpen. Met andere woorden: er moet in het hoofd van de cursist(en) een knop om. Dit gebeurt alleen als er meerdere cycli met terugkoppeling, reflectie en interactie plaatsvinden. Zowel de beroepscompetenties als de persoonlijke vaardigheden worden door de docent geïntroduceerd. Vervolgens worden opdrachten uitgevoerd, die eerst in het groepsproces en later in plenaire vorm voldoende mogelijkheden bieden voor interactie en reflectie, zodat het leereffect optimaal is.



## **5. Competentieontwikkeling Integraal Ontwerpen**

Een moderne organisatie verwacht van haar medewerkers dat deze in staat zijn om in de dagelijkse beroepspraktijk problemen efficiënt aan te pakken en op te lossen met positief resultaat. Medewerkers opereren in steeds wisselende omstandigheden in de beroepspraktijk. Om hier goed op in te kunnen spelen zijn competenties nodig. Werknemers moeten flexibel tussen de verschillende complexe taken kunnen schakelen. Zij, die dat binnen hun beroepsdomein goed kunnen, functioneren doeltreffender dan werknemers die dat niet kunnen. We kunnen 'effectief professioneel handelen' daarmee typeren als 'het beheersen van de variatie aan complexe taken'.

Dit hoofdstuk beschrijft de wijze waarop de competentieontwikkeling op het gebied van Integraal Ontwerpen in het bedrijfsleven kan plaatsvinden. Allereerst wordt de visie op competentieontwikkeling beschreven vanuit de concepten van Integraal Ontwerpen. Het onderwijsmodel wat ten grondslag ligt aan de competentieontwikkeling, het Viercomponentenmodel, komt in een volgende paragraaf aan de orde. Vervolgens wordt apart aandacht besteed aan het ontwerpen van leertaken, het belangrijkste onderdeel van een innovatief onderwijsprogramma. In de volgende twee paragrafen wordt beschreven welke onderwijsvormen docenten kunnen inzetten voor effectieve kennisoverdracht en welke assessment-procedures beschikbaar zijn voor het toetsen van het leerresultaat. In de laatste paragraaf van dit hoofdstuk wordt tenslotte een voorbeeld van een innovatief onderwijsprogramma beschreven.

### **5.1 Visie op competentieontwikkeling**

In deze paragraaf wordt vanuit het gedachtegoed van Integraal Ontwerpen het proces beschreven waarbinnen competentieontwikkeling in de bedrijven vormgegeven kan worden en hoe deze competentieontwikkeling uitgevoerd kan worden.

#### **5.1.1 Het belang van competentieontwikkeling**

De IO opleidingen waren er tot nu toe op gericht om competentiebevordering bij medewerkers te realiseren door hen een voorgestructureerd onderwijsprogramma aan te bieden. Zo is voor werknemers op HBO-niveau een masteropleiding ontwikkeld en voor werknemers op MBO-niveau een topjaar MBO. Vanuit de praktijk blijkt echter dat bedrijven hun werknemers niet graag een langdurige opleiding laten volgen. Men wil een meer flexibele benadering. De wens is om werknemers specifieke competenties te laten aanleren die nodig zijn voor het uitvoeren van een bepaald project of voor het vervullen van een bepaalde beroepsrol.

In de Metalektrobranche krijgt life long learning steeds meer vorm. Werknemers ontwikkelen zich gedurende hun gehele arbeidzame leven. Dit leerproces zal waarschijnlijk steeds minder plaatsvinden middels uitgekristalliseerde langdurige opleidingen. Het is daarom belangrijk om het aanleren van de competenties voor Integraal Ontwerpen te flexibiliseren aan de hand van goed gedefinieerde beroepsrollen met bijbehorende competenties.

Voor het succesvol kunnen uitvoeren van complexe beroepstaken zijn naast beroepsmatige competenties die inhoudelijk gerelateerd zijn aan de beroepsrol ook te beschikken over persoonlijke competenties die gerelateerd zijn aan het persoonlijke functioneren. Hierbij kan gedacht worden aan sociale vaardigheden zoals kunnen communiceren, conflicthantering, leiderschap en time management, aan het vermogen om zelfstandig, gemotiveerd en zelfsturend te kunnen werken en vaardigheden die liggen op het gebied van het abstract, gestructureerd en

probleemoplossend kunnen denken en handelen. Bij dit alles is het didactische uitgangspunt dat de (eigen bedrijfs)praktijk - veel meer dan voorheen - de intellectuele uitdaging moet vormen voor het bewust leren van vaardigheden en het verwerven van nieuwe kennis.

Voor het opleiden van bedrijfsmedewerkers (en studenten) op het gebied van Integraal Ontwerpen is er dus behoefte aan een rijke leeromgeving met flexibele leerstof voor de verschillende onderwijsniveaus en de verschillende deelgebieden van Integraal Ontwerpen aan de hand waarvan gericht en effectief gewerkt kan worden aan het levenslang vormgeven van competentieontwikkeling van bedrijfsmedewerkers en daarmee de employability. Deze gerichte competentiebevordering sluit optimaal aan op de aanwezige (eerder verworven) competenties.

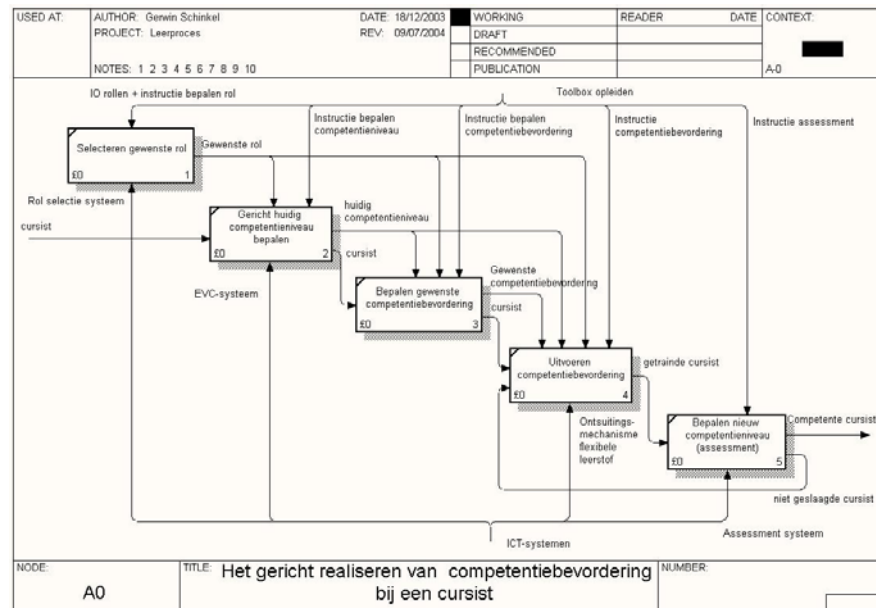
Samenvattend kunnen we stellen dat het IO competentieleren op vele fronten afwijkt van de traditionele wijze waarop het leerproces wordt ingericht. De onderstaande tabel geeft in een aantal steekwoorden een aantal verschillen weer.

Aspect	Traditioneel leren	IO-Competentieleren
Beleid en organisatie		
Beroepsbeeld van afgestudeerde	Professional met veel vakkennis	Professional met kennis, vaardigheden en een adequate beroepshouding
Eenheid organisatie	Autonome professionals	Professionals in zelfsturende teams
Onderwijsprogramma (curriculum)	Opgebouwd uit vakken	Opgebouwd uit beroepscausistiek rond complexe taken
Docentenrol	Instrueren en toetsen	Onderwijs ontwikkelen, coachen, begeleiden, instrueren, toetsen
Mission statements IO-onderwijs		
Persoonlijke ontwikkeling	Gerelateerd aan cijfers per vak	Gerelateerd aan reflectie op persoonlijk ontwikkelingsplan
Houding student	Passief, afwachtend	Ondernemend, zelfsturend
Leeromgeving	Het klaslokaal	Grenzeloos
Vakdomein	Statische leerdoelen	Vernieuwend, dynamisch
Onderwijswerkvormen		
Kennisverwerving	Middels hoorcolleges	Middels vele praktijkgerelateerde werkvormen
Samenwerkend leren	Incidenteel, ad hoc	Vormen van projectonderwijs en probleemgestuurd onderwijs
Buitenschools curriculum	Stage (plonsmodel: de student gaat het diepe in)	Vroegtijdige en frequente beroepspraktijkvorming, werkbegeleider met onderwijstaak
Toetsen en beoordelen	Per vak, door individuele docent	Veel praktijkgerelateerde simulaties, leerwegaafhankelijke toetsvormen
Onderwijscultuur		
Houding studenten	Calculerend	Student legt verantwoording af
Subject van onderwijs	Docent en leerstof centraal	Student en leerproces centraal
Didactische benadering	Paternalistische houding (bevoogdend en schools) of liberalistische (ieder voor zich, laissez faire)	Sociaal constructivisme: student bouwt voort op reeds aanwezige kennis. Niet het curriculum maar de student staat centraal.
Sturing leergedrag	Extern (docent,boek), voor student minimale vrijheid	Zelfsturing, vrijheid van handelen binnen welomschreven ruime grenzen
Achterliggende theorie	Behaviourisme	Constructivisme

Kenmerken van competentieleren, versus traditioneel leren, in globale trefwoorden.

### 5.1.2 Proces competentieontwikkeling

Deze publicatie is gericht op het uitvoeren van competentieontwikkeling bij medewerkers in de bedrijven die deel uitmaken van de Industriële Omgeving (Metalektro). Het proces aan de hand waarvan de gerichte competentieontwikkeling bij medewerkers in deze bedrijven plaatsvindt, is gevisualiseerd in Figuur 15. De competentieontwikkeling maakt deel uit van het invoeren van de concepten van Integraal Ontwerpen in de bedrijven. Een van de aspecten van het invoeren van Integraal Ontwerpen bij een bedrijf is het opleiden van de bedrijfsmedewerkers voor de (nieuwe) rol die ze in het bedrijf gaan vervullen.



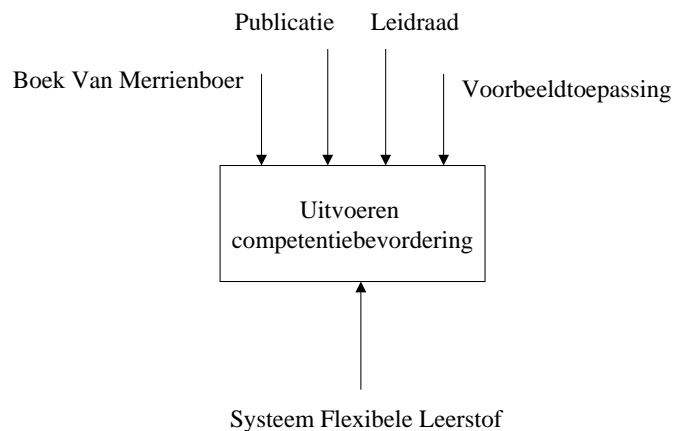
**Figuur 15** *Proces van gerichte competentieontwikkeling in het bedrijfsleven*

De eerste stap in het proces is dat op basis van de toekomstige inrichting van (een deel van) het bedrijfsproces volgens de denk- en werkwijze van Integraal Ontwerpen voor de betreffende medewerker de gewenste rol wordt geselecteerd. Zo kan het zijn dat een medewerker de rol gaat vervullen van Product Support Engineer omdat het bedrijf besloten heeft naast producten ook meer toegevoegde waarde, bijvoorbeeld in de vorm van onderhoudsplannen, met het product wil gaan meeleveren. De toekomstige rol die de medewerker gaat vervullen zal dus een van de rollen zijn die gedefinieerd zijn in het modelbedrijf Integraal Ontwerpen, zoals beschreven in hoofdstuk 1 van deze publicatie. Voor het uitvoeren van de rol zijn de hiervoor benodigde competenties gedefinieerd. Door middel van een meting wordt gericht voor de relevante competenties het huidige competentieniveau bepaald en het verschil met het benodigde competentieniveau in kaart gebracht. Op basis van het resultaat van de voorgaande stappen wordt dan vervolgens met behulp van de flexibele IO-leerstof en een innovatief onderwijsprogramma de daadwerkelijke competentiebevordering gerealiseerd. Na het doorlopen van het onderwijsprogramma wordt de medewerker getoetst of de gewenste competentiebevordering ook daadwerkelijk heeft plaatsgevonden.

Met het materiaal op de Cd-rom kan het proces van competentiebevordering worden ondersteund. Voor het uitvoeren van EVC-metingen vóór en assessments ná dit proces zijn aanvullende instrumenten nodig. In het vervolg van dit hoofdstuk wordt verder ingezoomd op het proces van competentiebevordering.

## 5.2 Uitvoeren competentiebevordering

Het uitvoeren van de competentiebevordering bij cursisten dient door de bedrijfsopleiders te worden uitgevoerd. Vanuit de branche zijn hiervoor hulpmiddelen en bouwstenen ontwikkeld die kunnen worden toegesneden op de opleidingsbehoefte in kwestie. De bedoeling is dat de docent op basis van de hulpmiddelen en bouwstenen flexibel een op maat gesneden onderwijsprogramma ontwikkelt voor de specifieke opleidingsbehoefte. In Figuur 16 zijn de hulpmiddelen en bouwstenen die beschikbaar zijn voor het uitvoeren van de competentiebevordering schematisch weergegeven.



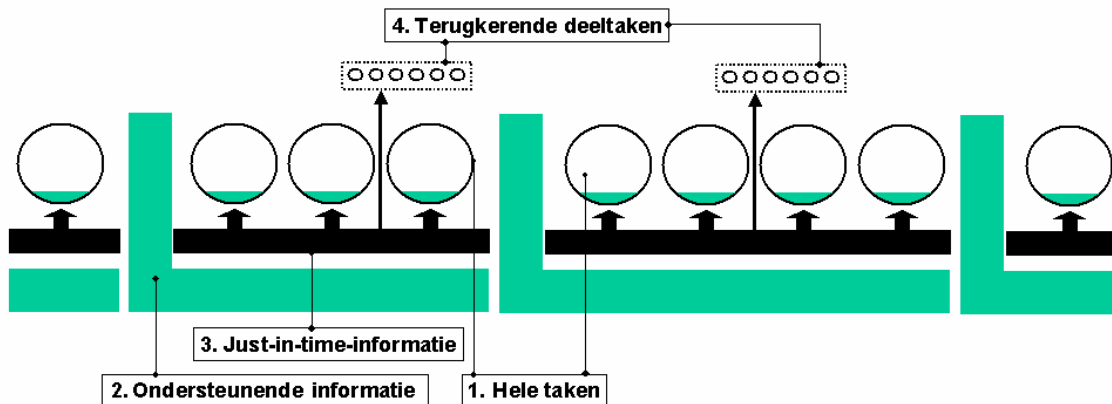
**Figuur 16** Hulpmiddelen voor proces 'Uitvoeren competentiebevordering'

De Cd-rom bij deze publicatie bevat flexibele leerstof voor Integraal Ontwerpen in de Metalektro branche, in een vorm dat deze – op maat toegesneden – beschikbaar is voor de relevante beroepsrollen op Hbo- en masterniveau. Dit zijn de (leerstof)bouwstenen waarmee de bedrijfsdocent de competentiebevordering kan realiseren en waarmee hij gericht een onderwijsprogramma kan samenstellen. Deze publicatie ondersteunt dit door middel van een beschrijving van het modelbedrijf Integraal Ontwerpen, de rollen en taken die hierin vervuld en uitgevoerd worden en waarin de competentieontwikkeling op het gebied van Integraal Ontwerpen wordt beschreven. Ook bevat deze publicatie een leidraad aan de hand waarvan een onderwijsprogramma ontwikkeld kan worden. In een voorbeeld is de toepassing hiervan voor een voorbeeldbedrijf beschreven en wordt inzichtelijk hoe het proces van competentieontwikkeling vormgegeven kan worden. Het onderwijsmodel wat ten grondslag ligt aan het proces van competentiebevordering is het viercomponenten instructie-ontwerpmodel (4C/ID model) of kortweg Viercomponentenmodel van Jeroen van Merriënboer **Error! Reference source not found.** Het Viercomponentenmodel wordt in de volgende paragraaf nader toegelicht.

### 5.3 Viercomponentenmodel<sup>1</sup>

Het Viercomponentenmodel (zie Figuur 17) is een model voor het leren van complexe vaardigheden, waarbij het gaat om het flexibel combineren en coördineren van een samenstel van vaardigheden, waarbij de situatie waarin de vaardigheden moeten worden uitgevoerd telkens anders is. Daarbij is er sprake van integratie en coördinatie van cognitieve (kennis), motorische (handelingen) en affectieve (gevoel) aspecten en van een combinatie van routinematige en niet-routinematige aspecten.

Zowel bedrijfsopleidingen als het reguliere onderwijs beseffen dat het leren van complexe vaardigheden steeds belangrijker wordt. Traditioneel worden complexe vaardigheden in het onderwijs te gefragmenteerd en weinig betekenisvol worden aangeboden. Dikwijls zijn onderwijsprogramma's grotendeels opgebouwd uit apart te leren bouwstenen. Zij vertegenwoordigen elk vaak maar één verschillend aspect van een complexe vaardigheid, maar het onderwijs doet veelal geen beroep op het integreren en coördineren van de verschillende aspecten. Veel instructie-ontwerpmodellen leggen zich toe op het onderwijzen van enkelvoudige vaardigheden. Zulke vaardigheden hebben vaak weinig met elkaar en soms ook weinig met de beroepspraktijk te maken. De modellen gaan er vervolgens van uit dat complexe vaardigheden zijn te leren door het opeenstapelen van enkelvoudige vaardigheden, met daarbij behorende kennis- en houdingsaspecten. Maar een complexe vaardigheid is altijd méér dan de som der delen omdat deze delen in steeds weer andere combinaties met elkaar op een gecoördineerde wijze moeten worden uitgevoerd. Juist de (her-)integratie en coördinatie van onderdelen is een niet-triviaal proces dat uitgebreid geoefend moet worden. Het Viercomponentenmodel geeft richtlijnen, suggesties en adviezen om tot de ontwikkeling van een onderwijsprogramma te komen.



Figuur 17 Viercomponentenmodel *Error! Reference source not found.*, aangepast aan de IO-visie op leren

De kern van het Viercomponentenmodel is dat cursisten leren door aan betekenisvolle, integratieve taken te werken. In deze hele-taakbenadering zijn leertaken de belangrijkste onderdelen. Het zijn min of meer realistische situaties die ontleend zijn aan de beroepspraktijk. In deze situaties zijn routine- en niet-routine aspecten te onderscheiden. Er wordt begonnen met relatief eenvoudige, maar wel realistische situaties waarin alle essentiële aspecten van de complexe

<sup>1</sup> De tekst in deze paragraaf is voor een groot deel overgenomen uit het boek van Van Merriënboer, zie *Error! Reference source not found.*

taak gehandhaafd zijn. Geleidelijk wordt toegewerkt naar meer complexe situaties die kenmerkend zijn voor de beroepspraktijk. De praktijkgerelateerde leertaken vormen de ruggengraat van een onderwijsprogramma en zijn voornamelijk gericht op het aanleren van aanpak kennis en denkschema's. De IO-visie gaat uit van zelfsturing, waarbij de groei van zelfstandigheid gelijk opgaat met de complexiteit van de leertaak. De mate van zelfsturing is vanaf het begin hoog en de begeleiding juist voldoende. In de originele versie van Figuur 17 staat de afnemende vulling van de bollen voor minder begeleiding. Op dit punt wijkt onze visie af van die van Van Merriënboer, die gedurende het proces de begeleiding van de leertaken laat verlopen van veel ingebouwde ondersteuning in het begin van een taakklasse en geen ondersteuning aan het eind van dezelfde taakklasse.

De doeltreffendheid van een hele leertaak hangt af van de mate waarin deze cursisten weet te boeien. Doorgaans is dit het geval bij authentieke leertaken, opdrachten dus die een hoge realiteitswaarde hebben of liefst reëel zijn. Als cursisten weten dat er een concrete vraag is van een echte klant met een reëel probleem dan is de motivatie en dus het leereffect het grootst. Om deze leertaken te kunnen volbrengen moeten cursisten, volgens de concepten van Integraal, systematisch leren werken, in abstracties kunnen denken, de levenscyclus van een product overzien, multidisciplinair kunnen werken en handelen en beschikken over het vermogen tot communiceren, samenwerken en zichzelf motiveren.

Volgens Van Merriënboer is voor het leren van complexe vaardigheden een leeromgeving nodig die krachtig genoeg is voor het optreden van daadwerkelijke kennisoverdracht (transfer). Dat betekent dat een meer authentieke leeromgeving nodig is die zich richt op de integratie van alle aspecten van complexe vaardigheden. Naast het onderwijsmodel zoals beschreven in dit model is dus een krachtige leeromgeving noodzakelijk voor succesvol leren. Hiervoor is het concept van een virtueel leerbedrijf voor onderwijsdoeleinden, zoals binnen de IO-beweging wordt ontwikkeld, uitermate geschikt. Hierbij dient nog wel te worden opgemerkt dat een leeromgeving meer is dan alleen ondersteunende software.

Zoals de naam al aangeeft onderscheidt het Viercomponentenmodel vier componenten. Deze vormen samen de onderwijsblauwdruk, het ontwerp van het onderwijsprogramma. Deze vier componenten zullen in het vervolg van deze paragraaf nader worden toegelicht, het zijn:

- Leertaken
- Ondersteunende informatie
- Just-in-time informatie (JIT)
- Deeltaakoefening

### **5.3.1 Component 1: Leertaken**

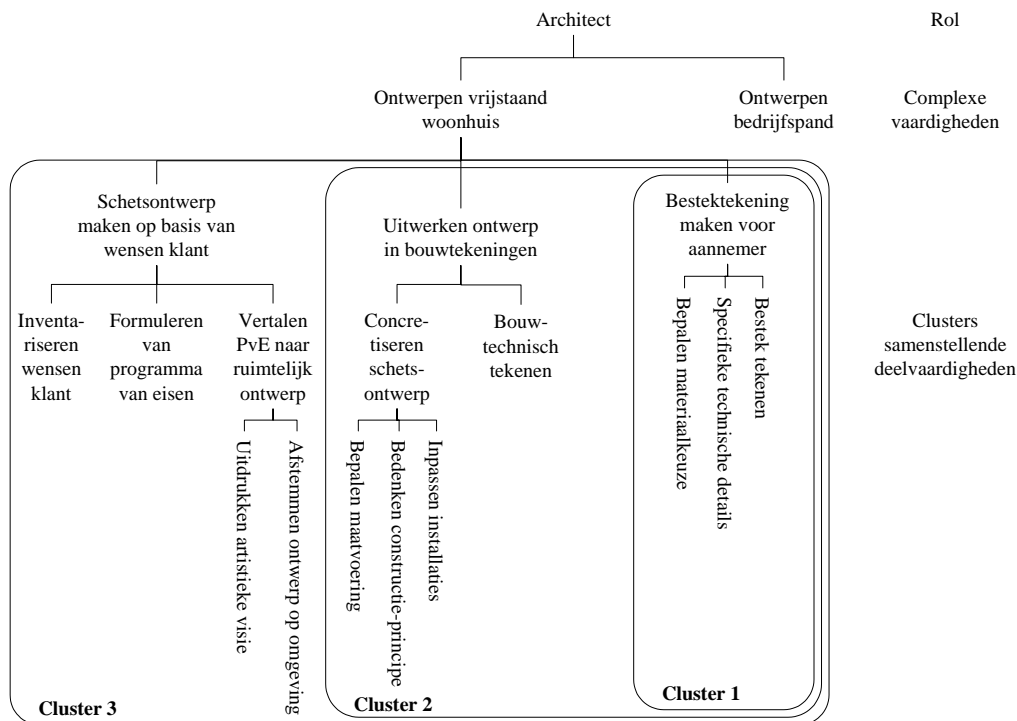
Leertaken zijn realistische situaties die ontleend zijn aan de beroepspraktijk. Deze praktijkgerelateerde leertaken vormen de ruggengraat van een onderwijsprogramma en zijn voornamelijk gericht op het aanleren van aanpak kennis (cognitieve strategieën) en denkschema's (mentale modellen). De leertaken kunnen variëren van een complexe casus die bestudeerd moet worden tot een multidisciplinair project dat door een groepje cursisten moet worden uitgevoerd. Wat deze taken complex maakt is het feit dat zij bestaan uit samenstellende vaardigheden die in nauwe relatie tot elkaar staan. Samenstellende vaardigheden kunnen beter als aspecten van een complexe vaardigheid beschouwd worden dan als delen of onderdelen daarvan. De complexe vaardigheid is immers meer dan de som van de samenstellende vaardigheden. Leertaken worden in de vorm van opdrachten, cases, problemen, taken of projecten aan cursisten aangeboden.

Leertaken worden georganiseerd in zogenaamde taakklassen. In een taakklasse zitten inhoudelijk samenhangende leertaken met een vergelijkbare



moeilijkheidsgraad; deze leertaken zijn equivalent omdat zij allemaal op een zelfde kennisbasis berusten. De basisvolgorde in een onderwijsprogramma wordt bepaald door de volgorde in taakklassen en niet door een volgorde van individuele leertaken. Over de taakklassen heen neemt de complexiteit wel toe – maar het gaat in elke taakklasse om de hele taak. Je oefent dus in een eerste taakklasse hele simpele versies van de hele taak en vervolgens, in volgende taakklassen, steeds complexere versies van de taak.

Het ideaal, waarbij zelfs de eerste taakklasse betrekking heeft op leertaken die een beroep doen op alle samenstellende vaardigheden, is nog wel haalbaar bij vrij eenvoudige complexe taken. Maar bij zeer complexe en/of uitgebreide taken, die wellicht 500 uur of meer aan onderwijs kosten, is het welhaast onmogelijk. Dan wordt als tussenstap meestal een opeenvolging van vaardigheidsclusters vastgesteld (macroniveau), en vervolgens voor elk afzonderlijk vaardigheidscluster een opeenvolging van taakklassen (mesoniveau). Een taakklasse bestond zoals we zagen uit equivalente leertaken (microniveau). Vaardigheidsclusters zijn betekenisvolle verzamelingen van aan elkaar gerelateerde samenstellende vaardigheden. In tegenstelling tot taakklassen zijn vaardigheidsclusters betekenisvolle delen van de hele complexe taak.



**Figuur 18** Illustratie van het achteruit ordenen van vaardigheidsclusters met sneeuwbaaleffect.

De wijze waarop beroepsvaardigheden geanalyseerd worden bepaalt in hoge mate de opbouw van het curriculum c.q. onderwijsprogramma. Allereerst kan een onderscheid gemaakt worden tussen ‘top-down’ en ‘bottom-up’ analysemethoden. De klassieke top-down benadering start vanuit een beroepsanalyse en leidt tot een beschrijving van taken en deeltaken die voor het beroep van belang zijn. Veelal richt het onderwijs zich op het leren van de afzonderlijke deeltaken, hetgeen fragmentatie in de hand werkt. De bottom-up benadering start daarentegen vanuit de problemen die men in de praktijk tegen komt. Maar wanneer er geen goede

principes gehanteerd worden om deze praktijkproblemen te ordenen dreigt er al snel gebrek aan samenhang en structuur in het curriculum.

De hele-taak benadering volgens het Viercomponentenmodel volgt een tussenweg. Er wordt begonnen met een top-down aanpak vanuit het beroep, die zich richt op het ontleden van een complexe vaardigheid in samenstellende vaardigheden en het vaststellen van een opeenvolging in taakklassen. De passende leertaken, afkomstig uit het werkveld, worden vervolgens bottom-up ingevoegd in de taakklassen. De taakklassen vervullen dus een belangrijke scharnierfunctie tussen de formele beroepsanalyse en de praktijk van alledag.

### **5.3.2 Component 2: Ondersteunende informatie**

Ondersteunende informatie betreft kennis die behulpzaam kan zijn bij het werken aan leertaken. Zij doet denken aan 'de theorie' die in de meeste onderwijsprogramma's aan de praktijk vooraf gaat. Het is met name de informatie die het leren en uitvoeren van de niet-routineaspecten van leertaken betreft. Voortbouwend op wat een cursist al weet wordt deze optimaal voorbereid op het werken aan de leertaken. Ondersteunende informatie is het activeren van voorkennis en het ter beschikking stellen van readers, boeken, video's, colleges, multimedia, CD-Rom of middels het World Wide Web waarin mogelijke manieren van aanpak worden besproken.

De nieuwe informatie bouwt dus voort op wat de cursist al weet en zorgt ervoor dat er een begin gemaakt kan worden met het ontwikkelen van een complex cognitief schema. Echte experts hebben in de regel geen ondersteunende informatie meer nodig om een gat tussen hun voorkennis en een voorliggende probleem te overbruggen. Zij hebben door hun brede ervaring met een veelheid van problemen zogenaamde kennisnetwerken ontwikkeld, die ze in hun geheugen hebben opgeslagen. Hun voorkennis omvat dus alle cognitieve schema's die nodig zijn om ook nieuwe problemen op een effectieve manier aan te pakken. Beginners of cursisten daarentegen moeten hun kennisnetwerk nog grotendeels ontwikkelen. Dat doen zij niet alleen door te werken aan de leertaken, maar zeker ook door ondersteunende informatie te bestuderen. Als zij alle kenniselementen zodanig hebben georganiseerd dat deze elementen tezamen een kennisnetwerk vormen dan hebben zij een cognitief schema geconstrueerd.

Een complex schema bestaat uit denkschema's (mentale modellen) en aanpakkennis (cognitieve strategieën). Met behulp van mentale modellen weten we wat iets betekent, hoe iets in elkaar zit of hoe iets werkt. Dankzij deze kennis kan de cursist zich een beeld vormen van de werkelijkheid is hij in staat om te redeneren en problemen op te lossen in een bepaald vakdomein. Met behulp van cognitieve strategieën weten we hoe we een probleem moeten aanpakken: het gaat dus om aanpakkennis. Het kunnen inzetten van een cognitieve strategie betekent dat iemand een probleem op een min of meer systematische manier kan aanpakken. Het is belangrijk om stil te staan bij het feit dat we met aanpakkennis de kennis voor ogen hebben waarmee niet-routine vaardigheden worden uitgevoerd. Dit kan met behulp van een systematische benadering of met behulp van vuistregels. Een zogenaamde Systematische Probleem Aanpak (SPA) benoemt bijvoorbeeld de fasen die achtereenvolgens doorlopen moeten worden bij het oplossen van het probleem en specificeert tevens de vuistregels die van pas kunnen komen binnen elke fase. Maar het in de goede volgorde doorlopen van de fasen en het opvolgen van de vuistregels garandeert nog steeds niet dat de cursist tot een juiste oplossing komt. Mentale modellen beschrijven hoe de wereld georganiseerd is en cognitieve strategieën beschrijven hoe we onze eigen acties in deze wereld het meest effectief kunnen organiseren.

Er zijn in het onderwijsveld veel docenten en ontwerpers die het belang van het analyseren van cognitieve strategieën (vuistregels of richtlijnen) inzien, maar in de

literatuur is er toch maar weinig over te vinden. Juist deze aanpak kennis is in traditioneel onderwijs vaak een ondergeschoven kindje. Het zijn de trics-of-the-trade die iedere ervaren beroepsbeoefenaar gebruikt maar die in het onderwijs vaak onderbelicht blijven. De ondersteunende informatie wordt per taakklasse geordend en is relevant voor alle leertaken die deel uitmaken van een taakklasse. Voor elke nieuwe taakklasse wordt de informatie steeds verder uitgebreid en complexer.

### **5.3.3 Component 3: Just-in-time informatie**

Just-in-time informatie is alle informatie die een cursist nodig heeft om de routineaspecten van leertaken uit te kunnen voeren. Deze routineaspecten worden verreweg het beste geleerd als de relevante informatie precies wordt aangeboden op het moment dat de cursist deze nodig heeft. Het aanbieden van de JIT informatie gebeurt daarom bij voorkeur tijdens het werken aan de leertaken.

JIT informatie bestaat ten eerste uit de procedures of regels die de juiste uitvoering van de routineaspecten beschrijven. Daarnaast betreft JIT informatie ook de feiten en de concepten die een cursist moet weten om deze procedures en regels correct te kunnen uitvoeren. En tenslotte bestaat de JIT informatie uit de correctieve feedback die cursisten ontvangen op de kwaliteit van hun taakuitvoering.

JIT informatie wordt gepresenteerd tijdens het werken aan betekenisvolle, hele leertaken. Maar daarnaast is het presenteren van JIT informatie vanzelfsprekend ook relevant bij deeltaakoefening, waarbij bepaalde routineaspecten van een complexe vaardigheid afzonderlijk worden getraind om het gewenste hoge niveau van automatisering te bereiken. JIT informatie is dus gekoppeld aan (1) leertaken en (2) deeltaakoefening. De JIT informatie heeft daarbij alleen betrekking op het (leren) uitvoeren van de routineaspecten en wordt doorgaans direct aan die onderdelen gekoppeld waardoor hij relevant is.

### **5.3.4 Component 4: Deeltaakoefening**

Deeltaakoefening is het afzonderlijk oefenen van bepaalde deelvaardigheden van een leertaak om schema's volledig te automatiseren. De gebruikte instructiemethode sturen dus primair aan op automatisering. Bij muziekonderwijs kan het geen kwaad kan om toonladders te oefenen (deeltaakoefening) als aanvulling op het spelen van liedjes (leertaken).

De term deeltaakoefening verwijst naar het afzonderlijk trainen van bepaalde routineaspecten van een complexe vaardigheid. Het gaat dan om aspecten waarvoor een zeer hoog niveau van automatisering gewenst of vereist is. Cursisten krijgen in de extra training de gelegenheid om deze routineaspecten net zo lang te oefenen totdat zij ze snel, foutloos en – bijna – zonder nadenken kunnen uitvoeren. Ze maken daarbij gebruik van de JIT informatie die precies aangeeft hoe de deeltaak uitgevoerd moet worden. Het voordeel voor een cursist om een routineaspect vrijwel automatisch te kunnen uitvoeren is dat de cursist zijn aandacht dan beter kan richten op de niet-routineaspecten van een complexe vaardigheid, die probleemoplossen en redeneren vereisen, alsmede op de coördinatie en integratie van de routine- en niet-routineaspecten. Deeltaakoefening is alleen effectief nadat een eenvoudige versie van de gehele complexe vaardigheid al aan de cursisten is aangeboden; er moet dus sprake zijn van een vruchtbare cognitieve context.

### **5.3.5 Voorbeeld**

Als voorbeeld beschrijven we voor een aantal beroepen de benodigde componenten voor het uitvoeren van een complexe taak.

Beroep	1. Hele taak	2. Ondersteunende informatie	3. JIT informatie	4. Terugkerende deeltaken
Taxichauffeur	Klanten veilig van A naar B vervoeren	Verkeersregels	Plattegrond	Rijvaardigheid
Personeelschef	Functioneringsgesprek voeren	Juridische kennis	Dossierkennis werknemer	Sociale vaardigheden
Timmerman	Meubel op maat maken	Kennis van hout en machines	Specifieke tekening lezen en interpreteren	Gereedschap hanteren

## 5.4 Het ontwerpen van leertaken

De Cd-rom met leerstof biedt vooral leerstofbouwstenen van de componenten ondersteunende informatie, JIT informatie en deeltaakoefeningen. Er zijn ook wel enige bouwstenen voor het formuleren van leertaken, maar dit wordt zo veel mogelijk overgelaten aan de betreffende bedrijfsdocent. Dit omdat een leertaak pas echt betekenisvol wordt als deze gedefinieerd en uitgevoerd wordt in een zo realistisch mogelijke omgeving, het liefst dus een reële opdracht in de eigen bedrijfssituatie. Het definiëren van betekenisvolle en integratieve leertaken in de context van het eigen bedrijf is dus een van de belangrijke taken van de bedrijfsdocent. Daarom wordt in dit hoofdstuk een aparte paragraaf gewijd aan het ontwerpen van leertaken.

Een leertaak heeft de vorm van een opdracht zoals het bestuderen van een casus, het oplossen van een probleem, het uitvoeren van een aantal werktaken of het managen van een project. Het betreft altijd een complexe taak die een student (of een team van studenten) zelfstandig uitvoert in een realistische context. De voor het uitvoeren van de taak noodzakelijke inhoudelijke informatie, theorie, procedures, tools of protocollen vormen geen onderdeel van de leertaak, evenmin als het assessment. De leertaak is alleen een instructie.

Bij het ontwerpen van leertaken is het van wezenlijk belang dat alle aspecten van Integraal Ontwerpen tot hun recht komen. Zowel voor eenvoudige als voor complexe leertaken geldt dat altijd de kerncompetenties van Integraal Ontwerpen (zie hoofdstuk 1) herkenbaar zijn. Het gaat hierbij om de volgende elementen:

1. De leertaak is multidisciplinair. Dit houdt in dat naast werktuigbouwkundige bijvoorbeeld ook elektrotechnische, bedrijfskundige en ICT-aspecten aan de orde komen.
2. De leertaak raakt meerdere fasen van de productlevenscyclus, van de klantfase tot productie en gebruik.
3. De leertaak bevat kostenaspecten en heeft impact op de bedrijfsvoering.
4. De leertaak is gericht op kenniscreatie en metacognitieve vaardigheden.
5. De leertaak kent een grote mate van zelfsturing voor de studenten; dat wil zeggen dat ze binnen een welomschreven systeemgrens vrij zijn in hun aanpak en werkwijze.
6. De leertaak appelleert aan sociale en communicatieve vaardigheden doordat studenten samenwerken in teamverband.

Een leertaak kan bijvoorbeeld luiden:

*Ontwikkel op basis van een marktverkenning, technologische mogelijkheden, aspecten van de levenscyclus en kosten een aantal product support diensten voor een concreet product van het eigen bedrijf en presenteer dit aan het management van de eigen organisatie.*

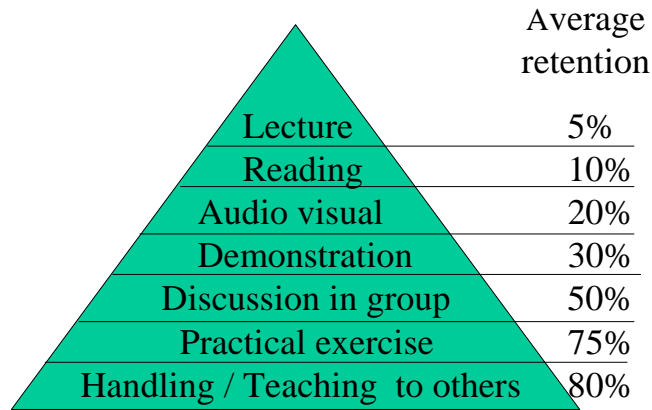
Verdere instructies luiden:

7. Maak een werkplan voor een team van drie personen (effectieve taakverdeling, inschatting SBU's, planning en plan van aanpak) en leg dat ter goedkeuring voor aan de docent.
8. Zoek een bedrijf uit de eigen klantenkring dat in principe bereid is (of bereid zou kunnen zijn) om dergelijke product support diensten af te nemen en inventariseer hun behoeften aan product support diensten.
9. Doe een marktonderzoek en ga na of de product support diensten winstgevend te vermarkten zijn.
10. Analyseer het huidige product en doe voorstellen voor verschillende product support diensten met in achtneming van alle in de opdracht genoemde aspecten.
11. Maak een kostprijsberekening en schrijf een projectplan voor een winstgevende reële jaaromzet.
12. Beschrijf de resultaten zodanig dat het project als casus is te gebruiken voor volgende cursisten.

De belangrijkste taak voor de docent is om een zo effectief mogelijke kennisoverdracht bij de cursist te realiseren. Bij het leren van IO-rollen ligt het accent daarbij op het formuleren van leertaken. De leertaken moeten rijk en inspirerend zijn, zodat de cursisten zich snel en efficiënt de competenties kunnen eigen maken, die voor het effectief uitvoeren van de taken nodig zijn. Het zal duidelijk zijn dat het brede scala aan IO-competenties niet allemaal aan te leren zijn door een docent met een krijtje voor het bord. Ook zijn ze niet allemaal te toetsen met een proefwerk. Om de veelheid aan competenties tot ontwikkeling te laten komen staan ons vele onderwijsvormen ter beschikking, evenals verschillende assessment-procedures. In de volgende paragrafen wordt een aantal verschillende onderwijsvormen en assessment-procedures beschreven, die kan worden toegepast bij het realiseren van effectieve kennisoverdracht en toetsen van de aangeleerde kennis en vaardigheden. Dit zijn bouwstenen die gebruikt kunnen worden bij het formuleren van leertaken en het ontwikkelen van een innovatief onderwijsprogramma.

## 5.5 Onderwijsvormen

Welke onderwijsvormen staan de docent ter beschikking om een zo effectief mogelijke kennisoverdracht bij de cursisten te realiseren? Rond een set leertaken zoals hiervoor beschreven staan verschillende leermiddelen ter beschikking: er zijn bestanden met theorie en beschrijvingen van cases, er staan protocollen beschreven en vele presentaties bevatten lesmateriaal. Daarnaast zijn er nog veel opdrachten beschikbaar waarmee studenten deelvaardigheden kunnen inoefenen. We beperken ons hier tot het benoemen van een tiental algemeen bekende en ingeburgerde onderwijsvormen. Een onderwijsvorm heeft altijd betrekking op leren. Maar de term leren is in het Nederlands verwarrend omdat het zowel teaching als learning kan betekenen. Nu heeft Bales [1996] aangetoond dat, naarmate er minder sprake is van teaching er meer sprake kan zijn van learning. Dit klinkt paradoxaal, maar Bales heeft dit met onderzoek onderbouwd en hij heeft de resultaten in zijn leerpyramide gevisualiseerd.



**Figuur 19** *The Bales Learning Pyramid (1996)*

Bales laat zien dat het percentage van de behandelde stof dat bij een groep studenten na drie maanden is blijven hangen groter is naarmate de studenten actiever bij de werkvorm waren betrokken. De figuur spreekt verder voor zich. We zullen hier enige onderwijsvormen bespreken in toenemende mate van leerrendement. We definiëren hier leerrendement als de mate waarin kennis en vaardigheden beklijven als functie van de door de lerende geïnvesteerde tijd. Omdat er zoveel verschillen zijn in leerstijlen gelden de statements niet voor individuen maar wel voor grote groepen. Zo zullen de meeste studenten snel veel vergeten van wat in de meeste hoorcollege's wordt verteld terwijl vrijwel elke student zich ook momenten herinnert waarop een docent op aansprekende wijze kennis overdroeg.

Er zijn meerdere termen in omloop om werkvormen aan te duiden. Bijvoorbeeld de termen blokonderwijs, thematisch onderwijs, modulair onderwijs, periodeonderwijs. Deze termen hebben evenwel betrekking op de curriculumstructuur en niet op de onderwijsvormen. Ook termen als studiedagen, heidagen, werkconferenties, zelfstudie en werkgroep verwijzen niet expliciet naar bepaalde werkvormen. In bijlage @@ wordt een globale beschrijving gegeven van de meest gangbare onderwijsvormen.

## 5.6 Meten van competenties

Hoe kunnen we nu vaststellen of iemand een benodigde competentie bezit? In de traditionele schoolsituatie kennen we het proefwerk, waarmee vooral kennis is te toetsen. Zodra de praktijk de school binnenwandelt of zodra de cursist het bedrijf binnenstapt, komen de heuristische vaardigheden aan bod. De praktijk bepaalt dan wat nodig en beschikbaar is (aan boeken, instructie, etc.) om medewerkers bij te spijkeren en om studenten op te leiden. Afhankelijk van de gekozen werkvorm lenen zich een of meer toetsmethoden zich voor het meten van de competentieontwikkeling. In bijlage @@ staan tien veelgebruikte toetsmethoden beschreven met een indicatie van de bruikbaarheid. Bij de keuze van toetsmethoden of –instrumenten dient rekening te worden gehouden met criteria voor betrouwbaarheid:

- Interne consistentie: de bijdrage van elk item aan de bijbehorende competentie
- Test-hertestbetrouwbaarheid: de overeenstemming in de beoordeling op 2 verschillende meetmomenten.

- Interbeoordelaarsbetrouwbaarheid: overeenstemming tussen de oordelen van verschillende feedbackgevers.
- Validiteit: meet het instrument wat het zou moeten meten en wat je wilt weten.

## 5.7 Voorbeelduitwerking

In deze paragraaf wordt een voorbeelduitwerking beschreven van de toepassing van de in deze publicatie beschreven methode en met gebruik van de leerstof op de Cd-rom. Het is een beschrijving van het competentieontwikkelingsproces bij het fictieve bedrijf Pick & Place B.V., een bedrijf dat zich bezighoudt met het ontwikkelen en exploiteren van machines voor de productie en assemblage van een grote verscheidenheid aan producten.

### 5.7.1 Selecteren rol

De bedrijfsfilosofie van Pick & Place is het leveren van machines met een hoge kwaliteit, te plaatsen in een flexibele opstelling en voorzien van de nieuwste technologie. Standaardoplossingen zijn volgens deze filosofie achterhaald. Voor elke situatie is een maatwerk oplossing mogelijk, vanuit het brede productportfolio van de organisatie. Eenvoudige en snelle oplossingen maken het mogelijk om ten allen tijde delen van het productieproces om welke reden dan ook te veranderen.

Het realiseren van deze ambitieuze filosofie blijkt moeilijker dan gedacht. Het blijkt dat traditionele (hiërarchische) organisatiestructuren en werkwijzen niet langer volstaan om op tijd en op de juiste wijze te reageren op de uitdagingen die de omgeving stelt. Deze problematiek speelt ook bij andere bedrijven in de metaal- en elektrotechnische industrie. Vooral bij industriële bedrijven en meer in het bijzonder bij de zogenaamde maakindustrie dient dit probleem zich aan. Zo ook bij Pick & Place: klanten stellen hogere eisen, levertijden moeten korter, machines moeten goedkoper en de machines moeten steeds beter worden. Daarnaast ziet men nieuwe technologieën (ICT en internet) om zich heen die het huidige ontwerp- en productieproces van machines drastisch zouden moeten beïnvloeden. Na deel genomen te hebben aan een regionale bijeenkomst georganiseerd door de branchevereniging Metalekro, heeft Pick & Place met een consultant Integraal Ontwerpen de organisatie tegen het licht gehouden. Gezamenlijk is een planvormingstraject doorlopen en men heeft besloten een kansrijk invoeringsscenario (blauwdruk toekomstig proces) op het gebied van productontwikkeling te implementeren. Het gekozen scenario houdt in dat in de toekomst de ontwikkeling van nieuwe producten of delen van producten niet meer alleen klantspecifiek op ad hoc basis wordt uitgevoerd, maar dat een Product Innovator die deels voor dit werk is vrijgemaakt zich gaat bezighouden met het modulariseren, standaardiseren en verbeteren van producten of delen van producten. Voor het realiseren van dit scenario binnen Pick & Place gaat de persoon Robert Koelman de rol van Product Innovator vervullen. Hij dient dus middels het proces van competentieontwikkeling opgeleid te worden om de rol van Product Innovator succesvol in de onderneming te kunnen uitvoeren.

### 5.7.2 Bepalen huidig competentieniveau

Omdat Robert Koelman al enige tijd werkzaam is binnen het bedrijf en al aardig wat ontwerpklussen heeft uitgevoerd en ook al enige tijd betrokken is bij het bepalen van het beleid van de onderneming op het gebied van productontwikkeling beschikt hij waarschijnlijk al over een (groot) deel van de competenties die nodig zijn voor het vervullen van de rol van Product Innovator. Om zijn huidig competentieniveau voor de complexe taken die behoren bij de rol

van Product Innovator te meten wordt hiervoor gericht een EVC-meting uitgevoerd. Deze wordt uitgevoerd door een gespecialiseerd bedrijf.

### 5.7.3 Bepalen gewenste competentiebevordering

Op basis van de resultaten van deze EVC-meting wordt geconcludeerd dat Robert Koelman niet in voldoende mate beschikt over de competenties voor het uitvoeren van de complexe taak 'De kennis met betrekking tot nieuwe product(delen) toepasbaar maken voor het uitvoerende proces'. De overige competenties beschikt hij in voldoende mate.

### 5.7.4 Uitvoeren competentiebevordering

Op basis van de uitkomsten uit de voorgaande stappen moeten bij Robert Koelman dus (gericht) de competentie voor de nog ontbrekende complexe taak worden ontwikkeld. Een van de bedrijfsdocenten van Pick & Place gaat hiervoor met behulp van deze publicatie en de Cd-rom een onderwijsprogramma ontwikkelen. Daarnaast maakt hij gebruik van het boek van Van Merriënboer **Error! Reference source not found.**, waarin het ontwikkelen van innovatief onderwijs uitgebreid wordt toegelicht.

Het onderwijsprogramma wordt ontwikkeld aan de hand van de elf stappen uit de leidraad voor het ontwikkelen van innovatief onderwijs. Deze elf stappen worden in het vervolg van deze paragraaf nader toegelicht.

#### *[1] Vorm een beeld van de complexe vaardigheid*

Het onderwijsprogramma betreft de complexe vaardigheid: 'De kennis met betrekking tot nieuwe product(delen) toepasbaar maken voor het uitvoerende proces'. Deze complexe taak heeft drie samenstellende deelvaardigheden, te weten:

- Opstellen van product (type) modellen
- Ontwikkelen van libraries
- Toepassing nieuwe product(delen) begeleiden

Een veel voorkomende applicatie voor het toepasbaar maken van de kennis van (nieuwe) producten voor het uitvoerende proces is een Productconfigurator. Tijdens het verkoopproces worden aan de hand van een vraag-en-antwoord spel met de klant de specificaties geïnventariseerd waaraan het aan te bieden product moet voldoen. Door middel van zo'n productconfigurator worden de benodigde modules bepaald. Op basis van deze modules worden automatisch de bijbehorende 3D lay-out, stuklijst, calculatie en offerte gegenereerd. Het doel van het toepassen van een Integrale Product Configurator is het snel, adequaat, foutloos, op een gebruikersvriendelijke manier uitbrengen van offertes voor producten of diensten van een bedrijf. Hierbij worden de ontwikkelde gegevens op een optimale manier (her)gebruikt in het uitvoerende vlak, waarin de daadwerkelijke offerte door de verkoper in overleg met de klant wordt samengesteld.

#### *[2] Stel de volgorde van de taakklassen vast*

Voor dit onderwijsprogramma zijn een drietal taakklassen ontwikkeld. In het onderstaande overzicht zijn deze taakklassen en hun onderlinge volgorde gevisualiseerd.

Taakklasse 1: Cursisten worden geconfronteerd met uitgewerkte Best Practices waarin een productconfigurator ontwikkeld is.
--

Taakklasse 2: Cursisten moeten zelfstandig een productconfigurator ontwikkelen voor een
---



eenvoudig product.

Taakklasse 3: Cursisten moeten zelfstandig een productconfigurator ontwikkelen voor een complex product uit de eigen werkomgeving of bedrijfspraktijk.

### *[3] Ontwerp de leertaken*

In de volgende stap zijn verschillende leertaken ontwikkeld bij de drie gedefinieerde taakklassen. Voor het ontwerpen van de leertaken wordt gebruik gemaakt van paragraaf 5.4, die gaat over het ontwerpen van leertaken. Ook kan gebruik gemaakt worden van paragraaf 5.5 waarin een aantal verschillende en innovatieve onderwijsvormen worden beschreven. De leertaken moeten rijk en inspirerend zijn, zodat de cursist, Robert Koelman, zich snel en efficiënt de competenties kan eigen maken, die voor het effectief uitvoeren van die rol nodig is. In het onderstaande overzicht zijn de leertaken voor de drie verschillende taakklassen weergegeven.

Taakklasse 1: Cursisten worden geconfronteerd met uitgewerkte Best Practices waarin een productconfigurator ontwikkeld is.

Leertaak 1.1: Uitgewerkt voorbeeld (case study)

Cursisten krijgen de uitgewerkte Best Practice waarin het ontwikkelproces van de productconfigurator voor de GMF Schillijn staat beschreven. De cursisten moeten de Best Practice bestuderen, de stappen in het ontwikkelproces kunnen verklaren.

Leertaak 1.2: Uitgewerkt voorbeeld (case study)

Cursisten krijgen de uitgewerkte Best Practice waarin het ontwikkelproces van de productconfigurator voor de Rijsonderbreker van WP-Haton staat beschreven. De cursisten moeten de Best Practice bestuderen en de stappen in het ontwikkelproces kunnen verklaren.

Leertaak 1.3: Uitgewerkt voorbeeld (case study)

Cursisten krijgen de uitgewerkte Best Practice waarin het ontwikkelproces van de productconfigurator voor de Zuigbuisbok van IHC staat beschreven. De cursisten moeten de Best Practice bestuderen en de stappen in het ontwikkelproces kunnen verklaren.

Taakklasse 2: Cursisten moeten zelfstandig een productconfigurator ontwikkelen voor een eenvoudig product.

Leertaak 2.1: Projectopdracht

Cursisten ontwikkelen in een groep een productconfigurator voor een fiets. Ook moeten de cursisten de productconfigurator kunnen positioneren in het bedrijfsproces, moeten ze een model van het bedrijfsproces kunnen maken en een schatting kunnen uitwerken voor de verbetering van de efficiency.

Leertaak 2.2: Projectopdracht

Cursisten ontwikkelen in een groep een productconfigurator voor een vervormingsmachine. Ook moeten de cursisten de productconfigurator kunnen positioneren in het bedrijfsproces, moeten ze een model van het bedrijfsproces kunnen maken en een schatting kunnen uitwerken voor de verbetering van de efficiency.

Taakklasse 3: Cursisten moeten zelfstandig een productconfigurator ontwikkelen voor een complex product uit de eigen werkomgeving of bedrijfspraktijk.

Leertaak 3.1: Projectopdracht

De cursist voert een projectopdracht uit waarbij de kennis met betrekking tot het nieuwe modulaire type pick and place unit middels een productconfigurator toepasbaar wordt gemaakt voor het uitvoerende proces van het Sales Team. Van het ontwikkelproces dient een verslag geschreven te worden. Tevens dienen de resultaten gepresenteerd te worden.

#### ***[4] Analyseer mentale modellen***

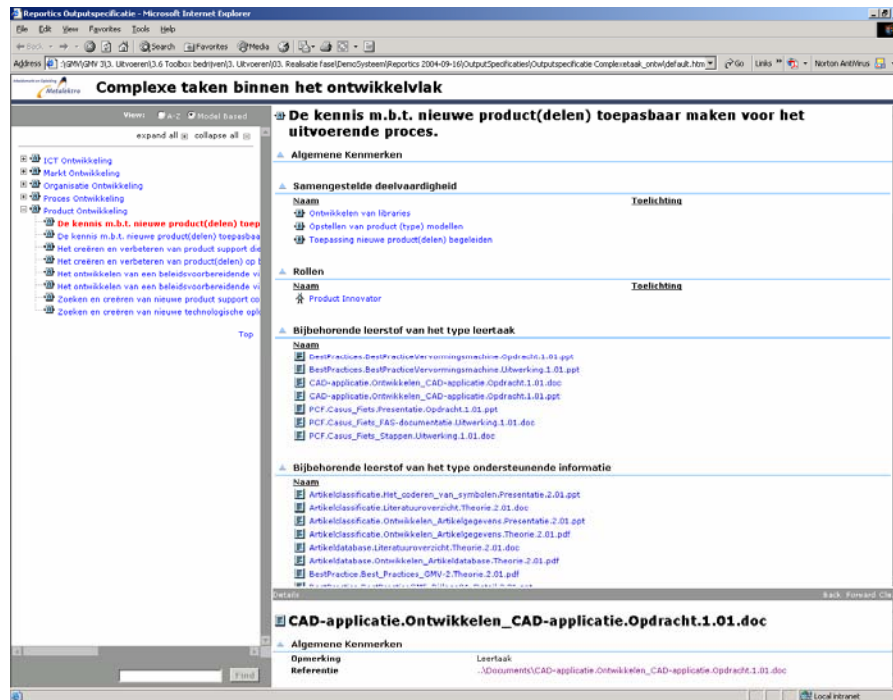
Mentale modellen bestaan uit aan elkaar gerelateerde concepten, principes en bouwstenen die beschrijven hoe doelen, activiteiten en gebeurtenissen in de wereld zijn georganiseerd. Zij kunnen behulpzaam zijn bij het leren en uitvoeren van de niet-routineaspecten van een leertaak. Mentale modellen die ten grondslag liggen aan een productconfigurator zijn o.a.: het conceptuele model m.b.t. anders werken, het IO-assenkruis voor het positioneren van de productconfigurator, het hamburgermodel voor het vastleggen van het functie- en productmodel, de onderliggende ICT-architectuur van een productconfigurator, etc. Deze mentale modellen zijn opgenomen in de IO-leerstof en is te raadplegen middels de Cd-rom.

#### ***[5] Analyseer cognitieve strategieën***

Cognitieve strategieën geven aan hoe je problemen op een systematische manier kunt aanpakken. Zij kunnen behulpzaam zijn bij het leren en uitvoeren van de niet-routineaspecten van een leertaak. Cognitieve strategieën voor het ontwikkelen van een productconfigurator zijn o.a.: de Sales Engineeringmatrix aan de hand waarvan een productconfigurator ontwikkeld wordt, het stappenplan voor het in kaart brengen van de bedrijfsprocessen die ten grondslag liggen aan het verkoopproces, de strategie voor het uitvoeren van een artikelclassificatieproces, etc. Deze cognitieve strategieën zijn opgenomen in de IO-leerstof en is te raadplegen middels de Cd-rom.

#### ***[6] Ontwerp ondersteunende informatie***

Aan het begin van elke taakklasse dient de manier te worden bepaald waarop de ondersteunende informatie aangeboden wordt. Begonnen wordt met het presenteren van voorbeelden en van daaruit wordt naar algemeenheden toegewerkt. Bij een taakklasse hoort telkens dezelfde ondersteunende informatie, die per taakklasse weer verschilt. De bij een taakklasse behorende ondersteunende informatie kan geselecteerd worden met behulp van de Cd-rom. Tevens kan met behulp hiervan een overzicht van de bij de complexe taak behorende leerstof worden gegenereerd. Uit dit overzicht kan dan de benodigde leerstof worden geselecteerd.



Figuur 20 Overzicht leerstof behorend bij de complexe taak in kwestie

Vanwege de hoeveelheid ondersteunende informatie worden hier geen overzichten weergegeven, maar wordt verwezen naar de uiteindelijke modulewijzer waarin deze overzichten uiteindelijk worden opgenomen.

### [7] Analyseer regels en procedures

De analyse resulteert in procedures die de vorm hebben van stappenplannen of stroomschema's, of in verzamelingen van regels. Bij procedures is er sprake van een opeenvolging van stappen in de tijd. Voor sommige procedures is het mogelijk om stappen over te slaan, extra stappen te nemen of stappen te herhalen. Beschrijf het stappenplan dan niet lineair maar als een stroomschema. Bij regels gaat het om een set regels die de cursist moet gebruiken, zonder vaste volgorde. De regels dekken tezamen alle situaties af waarmee de cursist geconfronteerd kan worden. Ook voor het analyseren van regels en procedures, die nodig zijn voor het kunnen uitvoeren van de routinematige aspecten van een complexe taak, kan gebruik worden gemaakt van het overzicht van de bij de betreffende complexe taak beschikbare leerstof op de Cd-rom. Bij regels en procedures voor het ontwikkelen van een productconfigurator kan bijvoorbeeld gedacht worden aan het stappenplan (procedure) voor het ontwikkelen van een vraag-en-antwoordspel in Visual Basic for Applications (VBA) voor het bepalen van de benodigde modules, het stappenplan voor het ontwikkelen van parametrische grafische elementen in VBA, het stappenplan voor het ontwikkelen en inrichten van een artikeldatabase.

### [8] Analyseer vereiste kennis

Na de analyse van procedures en regels volgt een analyse van de benodigde feiten en concepten. De vraag is steeds: "wat moet een cursist weten om deze procedure of regel correct te kunnen uitvoeren?" Het ligt voor de hand dat voor het analyseren van deze vereiste kennis gebruik gemaakt wordt van het leerstofoverzicht op de Cd-rom.

### **[9] Ontwerp JIT-informatie**

JIT informatie wordt gepresenteerd tijdens het werken aan betekenisvolle, hele leertaken. Maar daarnaast is het presenteren van JIT informatie vanzelfsprekend ook relevant bij deeltaakoefening, waarbij bepaalde routineaspecten van een complexe vaardigheid afzonderlijk worden getraind om het gewenste hoge niveau van automatisering te bereiken. De benodigde JIT-informatie voor het uitvoeren van de complexe taak en de deeltaakoefeningen kan betrokken worden van de Cd-rom. Een groot deel van de kennis hoeft dus niet meer ontwikkeld te worden maar is al beschikbaar in de vorm van leerstof.

### **[10] Ontwerp deeltaakoefeningen**

Voor het afzonderlijk trainen van de routineaspecten van een complexe vaardigheid waarvoor een hoog niveau van automatisering gewenst of vereist is, worden deeltaakoefeningen ontworpen. Op de Cd-rom zijn voorgedefinieerde deeltaakoefeningen te vinden die hiervoor toegepast kunnen worden. Het is belangrijk pas met het aanbieden van deeltaakoefening te beginnen als het routineaspect geïntroduceerd is in de leertaken en de deeltaakoefening af te wisselen met het werken aan leertaken. Voor het ontwikkelen van een productconfigurator zijn geen deeltaakoefeningen gedefinieerd.

### **[11] Beschrijf het ontwikkelde onderwijsprogramma in een modulewijzer**

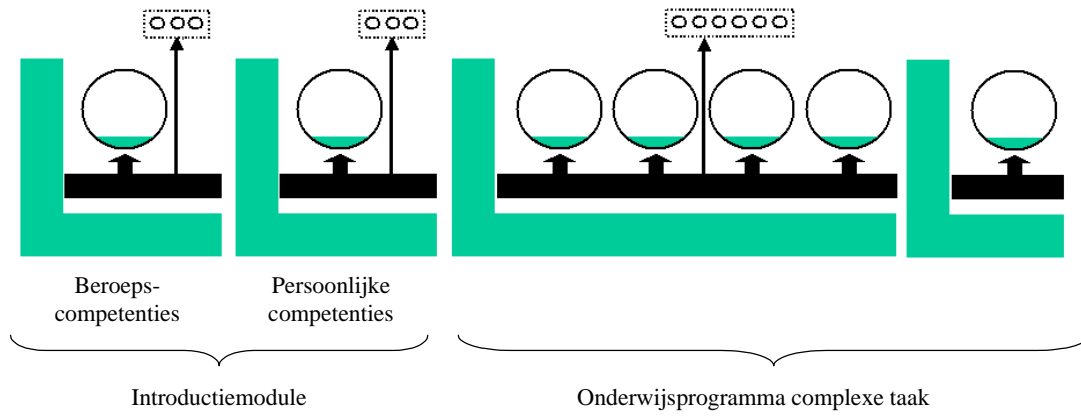
Het volgens de leidraad ontwikkelde onderwijsprogramma voor de complexe taak: 'De kennis met betrekking tot nieuwe product(delen) toepasbaar maken voor het uitvoerende proces' wordt vastgelegd in een modulewijzer middels het hiervoor gedefinieerde sjabloon. Voor het format van een modulewijzer wordt verwezen naar Bijlage 3: . De ontwikkelde modulewijzer is opgenomen in Bijlage 2: .

## **5.7.5 Bepalen nieuw competentieniveau**

Na en tijdens het uitvoeren van het onderwijsprogramma wordt Robert Koelman getoetst door het gericht bepalen van het nieuwe competentieniveau. Dit kan gebeuren aan de hand van verschillende assessmentvormen, beschreven in paragraaf 5.6. De opdrachten uit de eerste taakklasse, het bestuderen van Best Practices, kan afgerond worden door een reflectie met de docent op het geleerde. Het ontwikkelen van een eenvoudige productconfigurator, de opdracht uit de tweede taakklasse, kan afgesloten worden met een demonstratie van de ontwikkelde productconfigurator. De opdracht uit de derde taakklasse, het zelfstandig ontwikkelen van een productconfigurator voor een complex product uit de eigen werkomgeving of bedrijfspraktijk, kan goed afgesloten worden middels een 360 graden feedback met verschillende betrokkenen uit het bedrijf en een klant. De resultaten kunnen ook worden opgenomen in het persoonlijke portfolio van Robert Koelman.

## **5.8 Positie introductiemodule**

Zoals beschreven in paragraaf 4.5 is rond de kerncompetenties van Integraal Ontwerpen een introductiemodule ontwikkeld met een omvang van ongeveer een tweedal dagdelen. Het doel van deze introductiemodule is de bewustwording van de belangrijkste elementen van Integraal Ontwerpen op hoofd niveau. Afhankelijk van de bekendheid van de cursist(en) met Integraal Ontwerpen kan de competentiebevordering voor het uitvoeren van een van de rollen van Integraal Ontwerpen voorafgegaan worden door deze introductiemodule. Dit is gevisualiseerd in Figuur 21.



**Figuur 21** Positionering introductiemodule in onderwijsprogramma



## 6. Leerstofbibliotheek ‘bibl-IO’

Deze publicatie hoort bij de Cd-rom met de leerstofbibliotheek ‘bibl-IO’. Dit hoofdstuk gaat kort in op de inhoud van de bibliotheek en de wijze waarop deze gebruikt kan worden bij het ontwerpen van IO onderwijs.

### 6.1 Herkomst leerstof

Basis voor de leerstof zijn een aantal IO opleidingen en projecten geweest. Allereerst is een deel van de leerstof afkomstig uit de al genoemde Masteropleiding Integraal Ontwerpen in de Industriële Omgeving. Ook is er leerstof ontwikkeld tijdens het uitvoeren van de GMV-projecten. In het GMV-1: IO-Awareness project zijn een organisatorische en technische workshop ontwikkeld om het management van bedrijven en bedrijfsmedewerkers bewust te maken van de concepten van Integraal Ontwerpen. Tijdens het uitvoeren van het GMV-2: IO-Implementatieproces zijn workshops en tools ontwikkeld om studenten op te leiden voor het ontwikkelen van een productconfigurator ter ondersteuning van het Sales Engineeringproces bij bedrijven. Ook zijn toen Best Practices geschreven van de succesvol uitgevoerde projecten. In het GMV-3: IO-Consolidatieproject zijn workshops ontwikkeld om de betrokkenen bij de diverse (regionale) projecten in te lichten omtrent de resultaten van de voorgaande GMV-projecten. Tenslotte zijn een viertal modules ontwikkeld in het HTNO-ICT project rondom het concept van Integraal Ontwerpen. Het doel van dit project was het bevorderen van ICT-kennis in niet-ICT opleidingen.

Bij het ontwikkelen van deze leerstof in de hierboven beschreven projecten zijn diverse partijen betrokken geweest, zoals:

- Hogeschool van Utrecht
- Hogeschool van Arnhem en Nijmegen
- Technische Hogeschool Rijswijk
- Christelijke Hogeschool Windesheim
- TLO Holland Controls B.V.

De leerstof die in het kader van Integraal Ontwerpen ontwikkeld wordt, is ondergebracht bij het IO-Consortium. Dit geldt zowel voor de leerstof die is ontwikkeld in de projecten die voorafgegaan zijn aan dit project als voor dit project zelf.

### 6.2 Aard en omvang leerstof

De eerste versie van de leerstofbibliotheek ‘bibl-IO’ bestaat uit 308 documenten van verschillende omvang. Het betreft voornamelijk tekstdocumenten en presentaties, die als basis dienen voor het ontwerpen van competentiegericht onderwijs. Gezien de herkomst van de leerstof is het met name geschikt voor het opleidingsniveau HBO en WO.

Alle documenten zijn geclassificeerd naar componenttype Van Merriënboer (1, 2, 3 of 4), onderwerp en (complexe) taak waarop deze betrekking heeft.

Componenttype	Aantal
1. Leertaken	10
2. Ondersteunende informatie	181
3. JIT informatie	48
4. Deeltaakoefeningen	69

Het aantal leertaken is relatief laag, hetgeen logisch is gezien het feit dat de opleider realistische opdrachten dient te formuleren die aansluiten bij de competentiebehoefte en context van de cursist. Na clustering van de leerstof zijn 33 onderwerpen gedefinieerd.

Onderwerp	Aantal	Onderwerp	Aantal
Artikelclassificatie	9	Life Cycle Costing	5
Artikeldatabase	5	Life Cycle Engineering	15
Bedrijfsprocesmodel	12	Marktontwikkeling	8
Bedrijfszekerheid	7	Milieu	5
Bemensing	4	Onderhoud	13
Best Practices	42	Ondernemen	13
CAD applicatie	8	Ondernemersmodel	6
Capaciteit	2	Organisatie ontwikkeling	5
Datamanagement	25	Product Support Engineering	4
Efficiëntie	5	Productconfigurator	17
Elektrische aandrijvingen	2	Productmodel	20
Elektrotechnische installaties	6	Quality Function Deployment	8
Hydraulische aandrijvingen	1	Recht	1
Informatiemodel	8	Systeemintegratie	5
Integratie ICT systemen	1	Systeemleer	9
Introductie IO	33	TRIZ	4
Layout	6		

### 6.3 Gebruik leerstofbibliotheek

De leerstofbibliotheek kan worden gebruikt bij het ontwerpen van onderwijs zoals beschreven in hoofdstuk 5. De leerstof kan worden benaderd via een aantal webpagina's. Via verschillende ingangen kan de leerstof op de Cd-rom worden gezocht; via:

- Beroepsrollen
- Bedrijfsprocesmodel
- Onderwerp

#### 6.3.1 Leerstof zoeken via beroepsrollen

Vanuit employability overwegingen en de invoering van een IO denk- en werkwijze worden werknemers in de Metalektro opgeschoold naar IO beroepsrollen. Op de Cd-rom zijn de 17 generieke IO beroepsrollen uit hoofdstuk 2 terug te vinden, waarvoor onderwijs ontworpen kan worden met behulp van de beschikbare leerstof. Per beroepsrol wordt aangegeven welke complexe taken relevant zijn en hiervoor wordt vervolgens een lijst met beschikbare leerstof weergegeven.

#### 6.3.2 Leerstof zoeken via bedrijfsprocesmodel

De invoering van een IO denk- en werkwijze vindt stapsgewijs plaats binnen een organisatie. De invoering vindt (meestal) plaats per proces. Het modelbedrijf beschreven in hoofdstuk 2 is als kapstok toegepast om de leerstof op de Cd-rom te kunnen selecteren. Vanuit de verschillende vlakken in het bedrijfsmodel, kunnen via de processen de complexe taken geselecteerd worden. Per complexe taak wordt vervolgens een lijst met beschikbare leerstof weergegeven.

#### 6.3.3 Leerstof zoeken op onderwerp

In gevallen waar thematisch onderwijs gewenst is, kan leerstof geselecteerd worden op basis van een van de 33 onderwerpen.



## **6.4 Onderhoud leerstofbibliotheek**

Het is de bedoeling dat periodiek nieuwe versies van de bibliotheek beschikbaar komen. Op basis van suggesties en terugkoppeling van gebruikers wordt getracht een optimaal product te leveren. Het onderhoud en beheer wordt uitgevoerd door het Platform IO. De auteurs zijn verenigd in het IO-Consortium.



## Literatuurlijst

- Bertrams, J. (1999). De kennisdelende organisatie: kunst & Praktijk van het hergebruiken van kennis. Schiedam: Scriptum Management.
- Bontius, I. & Boonman, T. (2004). Leren van Integraal Ontwerpen: Een kijkje achter de coulisen bij drie vmbo-scholen. Den Haag: Deltapunt, Platform Beta Techniek
- Bruijn, E. de & Hermanussen, J. (2005). Innovatiearrangement Beroepskolom: Jaarrapportage 2004 Monitor en Transfer. 's-Hertogenbosch: CINOP.
- Bruijn, J.A. de, Heuvelhof, E.F. ten, In 't Veld, R.J. (2004). *Procesmanagment: Over procesontwerp en besluitvorming*. Schoonhoven: Academic Service.
- Duivenbodem, H. van, Twist, M. van, Veldhuizen, M., In 't Veld, R. (2000). *Ketenmanagement in de publieke sector*. Utrecht; Lemma bv.
- Gieling, W. (2005). Improving the Performance of Construction by the Acquisition, Organization and Use of Knowledge: A Theory and Methode for Cognitive Engineering, Construction and LifeCycle Management. Delft: Technical University of Delft.
- Groote, Y. de (2003). Integraal Ontwerpen biedt oplossingen: Voedingsmiddelenmachinefabrikanten nemen voortouw. In: *CA techniek, vakblad over industriële automatisering*. 21<sup>e</sup> jaargang, nr 5, juni 2003.
- Haaf, W. ten, Bikker, H., Adriaanse, D.J. with contributions from In 't Veld, J. and Malotaux, P. Ch-A. (2002). *Fundamentals of business engineering and management: A systems approach to people and organisations*. Delft: DUP Science
- In 't Veld, J. (1998). Analyse van organisatieproblemen: Een toepassing van denken in systemen en processen. Houten: EPN.
- In 't Veld, J.,(1989). Organisatiestructuur en arbeidsplaats: de *organisatie van mensen en middelen: theorie en praktijk*. Leiden/Antwerpen: H.E. Stenfert Kroese B.V.
- Janssen-Noordman, M.B. & Merrienboer, J.J.G. (2002). *Innovatief Onderwijs Ontwerpen: Via leertaken naar complexe vaardigheden*. Groningen: Wolters-Noordhoff.
- Kessels, J.W.M. & Keursten, P. (2001). Opleiden en leren in een kenniseconomie: Vormgeven van een corporate curriculum. In: J.W.M. Kessels & R.F. Poell (red.), *Human Resource Development, organiseren van het leren*. Groningen: Samsom.
- Koetsveld, M.J. van (1995). *Product Data Interchange State*. Delft: University of Technology.
- Lohman, T.A.M. (1993). Het belang van computerondersteund ontwerpen. In: *de Ingenieur*. Jaagang 105, februari 1993, nr 2.
- Lohman, T.A.M. (1994). Strategisch belang van integratie van informatie. In: *Informatie: maandblad voor gegevensverwerking*. Oktober 1994, jaargang 36.
- Lohman, T.A.M. (1999). Vernieuwing in productontwikkeling: Strategie voor de toekomst STT 62, Paragraaf 6.2-6.3; Onderzoek naar beroepsprofielen en een blauwdruk voor een nieuwe curriculum, 175-186
- Lohman, T.A.M., Heusinkveld, T., Dekkers, R., Buyse, J.J. Arens, J.A.A., In 't Veld, J. (1990). *Excom: Een computerondersteund meetinstrument voor de kwaliteit van de arbeid*. Den Haag: CIP- Gegevenes Koninklijke Bibliotheek.
- Lohman, T.A.M., Kroeze, G.J.H., Nieuwenhuize, G.J.A.G. (1996). *CA-Technieken Deel 3: Applicatie engineering, integratie en Ontwerpprincipes*. Papendrecht: Mediacom B.V.
- Meijers, F., Kuijpers, M., Bakker, J. (2006). *Over leerloopbanen en loopbaanleren: loopbaancompetenities in het (v)mbo*. Driebergen: Het Platform Beroepsonderwijs
- Mirvis, P., Ayas, K., Roth, G. (2003). Naar de woestijn en terug: De opmerkelijke metamorfose van Unilever Nederland. Utrecht; Het Spectrum
- Nieuwenhof, R. van den (2005). *De Taal van Verandering: veranderen in dialoog*.

Schiedam: Scriptum Management.

Nonaka, I. & Takeuchi, H. (1999). *De kenniscreërende onderneming: Hoe japanse bedrijven innovatieve processen in gang zetten*. Schiedam: Scriptum Management.

Pérez, A., López, M., Corcho, O. (2004). *Ontological Engineering: With examples from the areas of Knowledge Management, e-Commerce and the Semantic Web*. London: Springer.

Pot, F.D., Peeters, M.H.H., Amelsvoort, P. van, Middendorp, J. (1991). *Functieverbetering en integraal ontwerpen: Richtlijnen voor de integratie van het aspect welzijn bij de arbeid in ontwerpprojecten*. Den Haag: CIP gegevens Koninklijke Bibliotheek

Pugh, S. (1990). *Total Design: Integrated Methods for Successful Product Engineering*. Edinburgh Gate: Addison Wesley Longman Limited.

Schreiber, G., Akkermans, H., Anjewierden, A., Hoog, R. de, Shadbolt, N. Velde, W. van de, Wielinga, B. (2002). *Knowledge Engineering and Management: The CommonKADS Methodology*. London: The MIT Press

Senge, P. (1992). *De vijfde discipline: De kunst & praktijk van de lerende organisatie*. Schiedam: Scriptum Management.

Senge, P., (2000). *De Dans der Verandering: Nieuwe uitdagingen voor de lerende organisatie*. Den Haag: Academic Service.

Teerling, L. & Weijers, F. (2003). *Kennis delen werkt beter: Integraal Ontwerpen een concept voor Innovatief ondernemen*. Delft: Axis.

Teerling, L. (2004). *Eerst denken, dan doen: Een onderzoek naar de toepassing van Integraal Ontwerpen binnen de installatietechnische bedrijven in de bouwsector*. Delft: Axis.

Weggeman, M. (200). *Kennismanagement: de praktijk*. Schiedam: Scriptum.

Zegveld, M.A., Berger, L., Asseldonk, A.G.M. van, den Hartigh, E., (2002). *Turning knowledge into cash-flow: Governing knowledge-based productivity*. Veldhoven: TVA development bv.

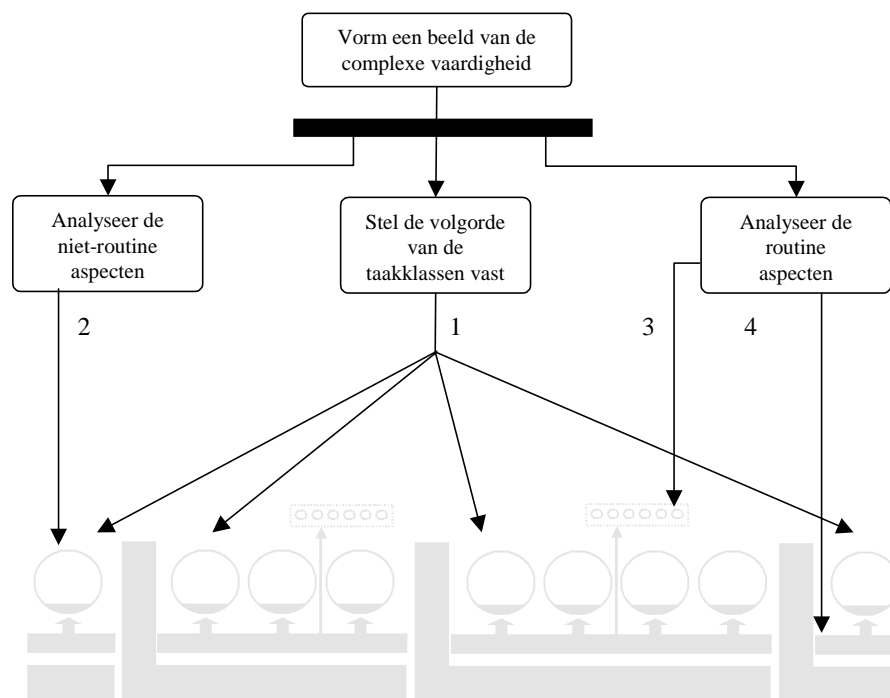
## Termenlijst

Rol	Een generieke set van complexe taken die betrekking heeft op overeenkomstige en samenhangende activiteiten.
Team	Een zelfsturend geheel aantal rollen die integraal samenwerken met als doel het tot stand brengen van een product of dienst door het uitvoeren van een samenhangend geheel aan complexe taken.
Functie	Eén of meer hele rollen die een persoon in een organisatie krijgt toegewezen en uitvoert.
Complexe taak	Een uit te voeren samenstel van activiteiten dat een complex geheel vormt.
Samenstellende deelvaardigheid	Een vaardigheid die geïntegreerd en in combinatie met andere vaardigheden een complexe taak vormen.
Competentie	De kennis, houding en vaardigheden die benodigd zijn voor het op adequate wijze kunnen uitvoeren van een complexe taak.
Beroepscompetentie	De kennis, houding en vaardigheden die gerelateerd zijn aan beroepsrollen.
Persoonlijke competentie	De kennis, houding en vaardigheden die gerelateerd zijn aan het persoonlijk functioneren, los van de beroepsrollen.
Kerncompetenties Integraal Ontwerpen	De kennis, houding en vaardigheden op hoofdniveau die noodzakelijk zijn binnen de kenniseconomie en het hoofd bieden aan de eisen van een vraaggestuurde dienstverlening en waarmee geanticipeerd kan worden op de belangrijkste trends in onze samenleving en die zowel betrekking hebben op het uitvoeren van de beroepsrollen als op het persoonlijk functioneren.

# Bijlage 1: Leidraad ontwikkelen innovatief onderwijs

## 1. Inleiding

Dit document beschrijft op hoofdniveau de stappen die genomen kunnen worden voor het ontwerpen van een innovatief onderwijsprogramma voor het uitvoeren van gerichte competentiebevordering op het gebied van Integraal Ontwerpen. Hiertoe wordt de algemene ontwerpstrategie volgens het Viercomponentenmodel (4C/ID) van Van Merriënboer, zoals hij deze samengevat heeft in bijlage 2 van zijn boek *Innovatief Onderwijs Ontwerpen*, toegesneden op de competentieontwikkeling in het kader van Integraal Ontwerpen zoals beschreven in de publicatie 'Flexibele leerstof voor het IO-Bedrijf'.



Figuur 1 Ontwerpstrategie innovatief onderwijsprogramma [Van Merriënboer, 2002]

De ontwerpstrategie van het innovatieve onderwijsprogramma bestaat uit elf stappen die geclusterd kunnen worden in een viertal hoofdstappen (zie Figuur 1), namelijk:

1. Het vormen van de ruggengraat: de leertaken
2. Analyse en ontwerp voor niet-routinematige aspecten
3. Analyse en ontwerp voor routinematige aspecten
4. Beschrijven onderwijsprogramma

## 2. Het vormen van de ruggengraat: de leertaken

Allereerst dient de ruggengraat van het onderwijsprogramma gevormd te worden. Het gaat hierbij om het formuleren van de leertaken. Leertaken zijn realistische situaties die ontleend zijn aan de beroepspraktijk. Leertaken worden georganiseerd in taakklassen. In een taakklasse zitten inhoudelijk samenhangende leertaken met een vergelijkbare moeilijkheidsgraad; deze leertaken zijn equivalent

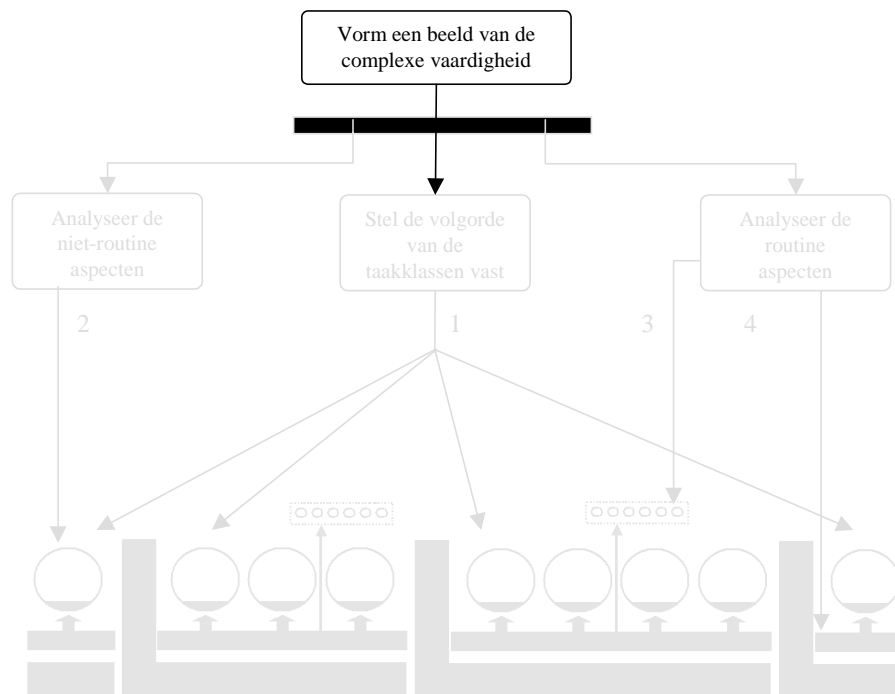
omdat zij allemaal op een zelfde kennisbasis berusten. De basisvolgorde in een onderwijsprogramma wordt bepaald door de volgorde in taakklassen en niet door een volgorde van individuele leertaken. Over de taakklassen heen neemt de complexiteit wel toe – maar het gaat in elke taakklasse om de hele taak. De cursist oefent dus in een eerste taakklasse hele simpele versies van de hele taak en vervolgens, in volgende taakklassen, steeds complexere versies van de taak.

Leertaken hebben een aantal wezenlijke kenmerken waaraan ze te herkennen zijn en zich onderscheiden van andere onderwijscomponenten, leertaken:

- worden in de vorm van opdrachten, cases, problemen, taken of projecten aan cursisten aangeboden,
- betreffen altijd de gehele complexe taak,
- zijn altijd iets wat de leerling zelf moet doen,
- heeft altijd een realistische context en
- bevat geen inhoudelijke informatie, maar zijn alleen een instructies.

### 1. Vorm een beeld van de complexe vaardigheid

Analyseer de hele complexe vaardigheid en maak een overzicht van alle samenstellende vaardigheden en hun onderlinge relaties in de vorm van een vaardigheden hiërarchie. Vorm een beeld van de complexe vaardigheid en de afzonderlijke samenstellende vaardigheden in termen van gedrag, de condities waaronder dat gedrag vertoond moet worden en de criteria of standaarden voor acceptabel gedrag. Classificeer alle samenstellende vaardigheden in routinematige en niet-routinematige aspecten. Geef bij routines aan of zij wel of niet volledig geautomatiseerd dienen te worden. De activiteit is gepositioneerd in Figuur 2.



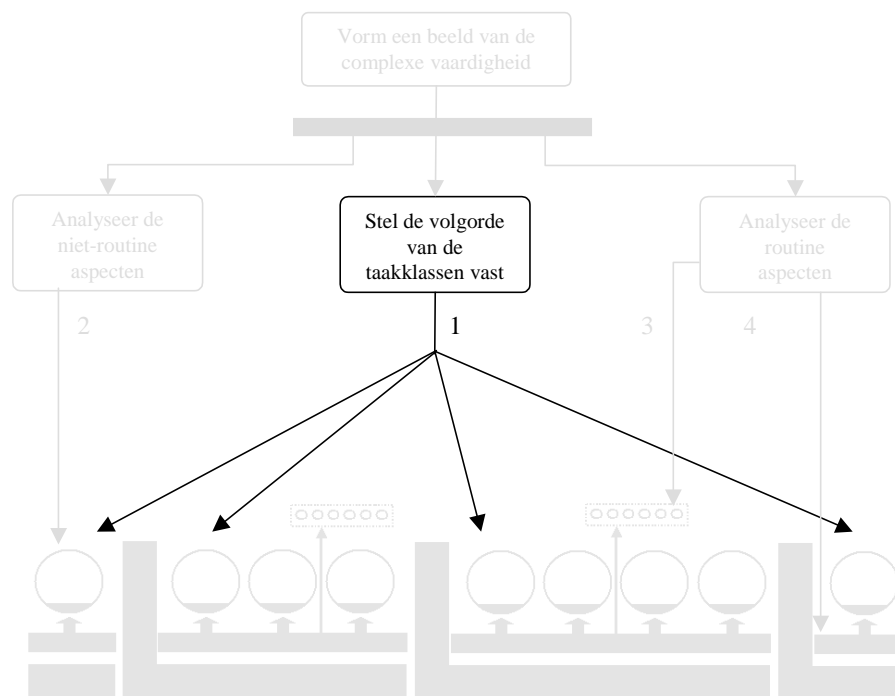
**Figuur 2** Het ontleden van de complexe vaardigheden

Hierbij kan gebruik gemaakt worden van de publicatie waarin de rollen, complexe taken en samenstellende deelvaardigheden voor de Metalektrobranche zijn beschreven. De rollen, complexe taken en

samenstellende deelvaardigheden zijn ook te raadplegen in het systeem Flexibele leerstof wat bij de publicatie is bijgevoegd. In het document 'Beroepsprofiel Integraal Ontwerpen', wat een beschrijving is van de beroepscompetenties en persoonlijke competenties van Integraal Ontwerpen in de Industriële Omgeving, is dit ook tot in detail uitgewerkt.

## 2. Stel de volgorde van de taakklassen vast

Bepaal de basisvolgorde van een onderwijsprogramma door de taakklassen van eenvoudig naar complex te ordenen. Er wordt begonnen met relatief eenvoudige, maar wel realistische situaties waarin alle essentiële aspecten van de complexe taak gehandhaafd zijn. Geleidelijk wordt toegewerkt naar meer complexe situaties die kenmerkend zijn voor de beroepspraktijk. Elke taakklasse beschrijft een categorie van leertaken waaraan de cursisten werken. Alleen als er sprake is van zeer uitgebreide complexe taken worden vaardigheidsclusters gemaakt en geordend. Vaardigheidsclusters zijn betekenisvolle delen van de hele complexe taak die bestaan uit aan elkaar gerelateerde samenstellende vaardigheden. Deze activiteit is gepositioneerd in Figuur 3.



**Figuur 3** Het vaststellen van de volgorde van de taakklassen

Bij het definiëren van taakklassen bij een complexe taak en het vaststellen van de volgorde kan gebruik gemaakt worden van bouwstenen uit het systeem Flexibele leerstof. Hierin zijn beschrijvingen van Best Practices opgenomen en bouwstenen voor het formuleren van leertaken.

## 3. Ontwerp de leertaken

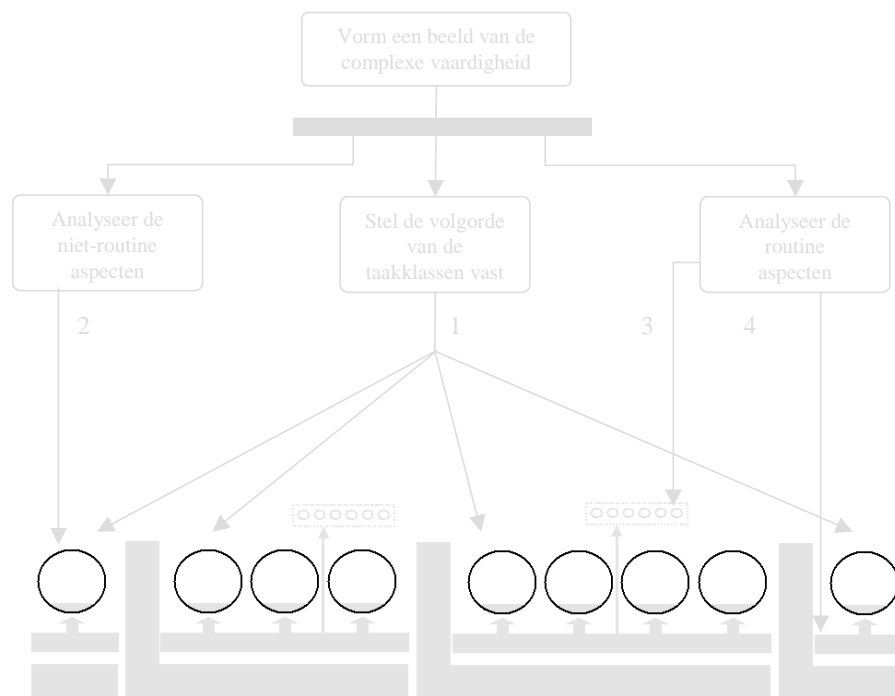
De belangrijkste taak voor de docent is om een zo effectief mogelijke kennisoverdracht bij de cursist te realiseren. De leertaken moeten rijk en inspirerend zijn, zodat de cursisten zich snel en efficiënt de competenties kunnen eigen maken, die voor het effectief uitvoeren van die rollen nodig zijn.



In de publicatie 'Flexibele leerstof voor het IO-Bedrijf' is een paragraaf gewijd aan het ontwerpen van leertaken. Ook is het duidelijk dat het brede scala aan IO-competenties niet allemaal aan te leren zijn door een docent met een krijtje voor het bord en allemaal te toetsen zijn met een proefwerk. Om de veelheid aan competenties tot ontwikkeling te laten komen staan ons vele onderwijsvormen ter beschikking, evenals verschillende assessment-procedures. Ook dit is beschreven in de eerder genoemde publicatie.

Zorg dat er voldoende variatie bestaat tussen de leertaken binnen een en dezelfde taakklasse. Van Merrienboer adviseert in een taakklasse te beginnen met leertaken met veel ingebouwde ondersteuning en geleidelijk toe te werken naar leertaken zonder ondersteuning. Op dit punt heeft Integraal Ontwerpen een andere visie. De IO-visie, die uitgaat van het concept van zelfsturing, zegt dat de groei van zelfstandigheid gelijk opgaat met de complexiteit van de leertaak. De mate van zelfsturing is vanaf het begin hoog en de begeleiding juist voldoende.

Maak een onderscheid tussen productgeoriënteerde vormen van ondersteuning (bv. leertaken in de vorm van uitgewerkte voorbeelden of in de vorm van aanvulproblemen) en procesgeoriënteerde vormen van ondersteuning (bv. leertaken in de vorm van modelling examples of problemen met werkbladen).



**Figuur 4** Het ontwerpen van de leertaken

Bij het ontwerpen van leertaken is het van wezenlijk belang dat alle aspecten van Integraal Ontwerpen tot hun recht komen. Zowel voor eenvoudige als voor complexe leertaken geldt dat altijd de kerncompetenties van Integraal Ontwerpen (zie publicatie 'Flexibele leerstof voor het IO-Bedrijf') herkenbaar zijn. Het gaat hierbij om de volgende elementen:

- De leertaak is multidisciplinair. Dit houdt in dat naast werktuigbouwkundige bijvoorbeeld ook elektrotechnische, bedrijfskundige en ICT-aspecten aan de orde komen.

- De leertaak raakt meerdere fasen van de productlevenscyclus, van de klantfase tot productie en gebruik.
- De leertaak impliceert kostenaspecten en bedrijfsvoering.
- De leertaak is gericht op kenniscreatie en metacognitieve vaardigheden.
- De leertaak kent een grote mate van zelfsturing voor de studenten; dat wil zeggen dat ze binnen een welomschreven systeemgrens vrij zijn in hun aanpak en werkwijze.
- De leertaak appelleert aan sociale en communicatieve vaardigheden doordat studenten samenwerken in teamverband.

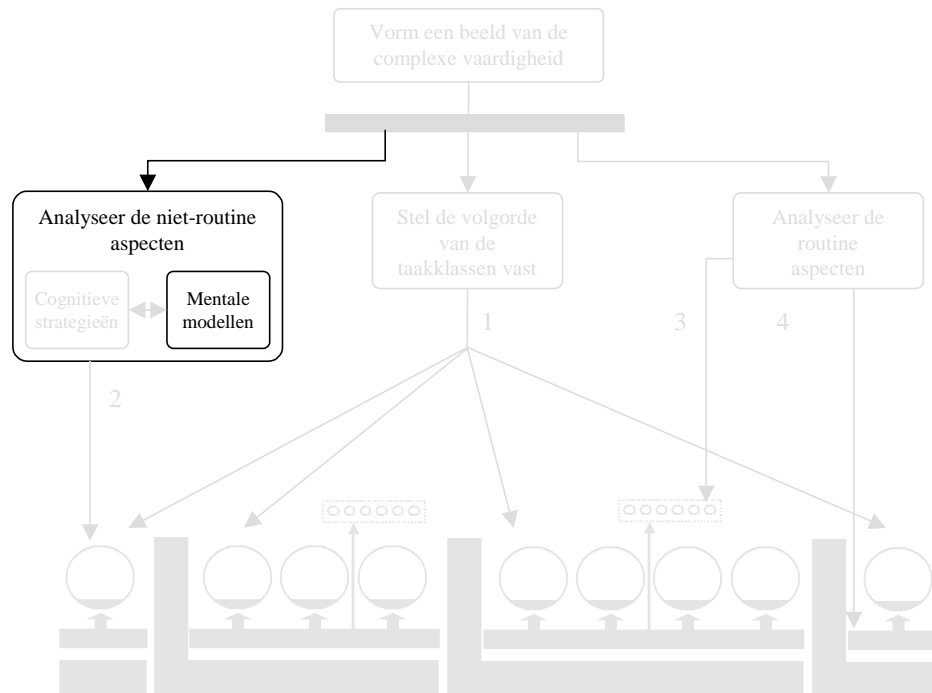
Bij het uitwerken van de gedefinieerde leertaken in een concrete opdrachtomschrijving kan gebruik gemaakt worden van de bij dit type leerstof gedefinieerde sjablonen. Hiervoor verwijzen we naar de bijlagen van de publicatie 'Flexibele leerstof voor het IO-Bedrijf'.

### **3. Analyse en ontwerp voor niet-routinematige aspecten**

Een complex schema bestaat uit denkschema's (mentale modellen) en aanpakkennis (cognitieve strategieën). Met behulp van mentale modellen weten we wat iets betekent, hoe iets in elkaar zit of hoe iets werkt. Dankzij deze kennis kan de cursist zich een beeld vormen van de werkelijkheid is hij in staat om te redeneren en problemen op te lossen in een bepaald vakdomein. Met behulp van cognitieve strategieën weten we hoe we een probleem moeten aanpakken: het gaat dus om aanpakkennis. Het is belangrijk te beseffen dat we met aanpakkennis de kennis voor ogen hebben waarmee niet-routine vaardigheden worden uitgevoerd. Dit kan met behulp van een systematische benadering of met behulp van vuistregels. Een zogenaamde Systematische Probleem Aanpak (SPA) benoemt bijvoorbeeld de fasen die achtereenvolgens doorlopen moeten worden bij het oplossen van het probleem en specificeert tevens de vuistregels die van pas kunnen komen binnen elke fase. Maar het in de goede volgorde doorlopen van de fasen en het opvolgen van de vuistregels garandeert nog steeds niet dat de cursist tot een juiste oplossing komt. Mentale modellen beschrijven hoe de wereld georganiseerd is en cognitieve strategieën beschrijven hoe we onze eigen acties in deze wereld het meest effectief kunnen organiseren.

#### **4. Analyseer mentale modellen**

Analyseer de complexe taak zoals een expert die uitvoert om mentale modellen vast te stellen. Mentale modellen bestaan uit aan elkaar gerelateerde concepten, principes en bouwstenen die beschrijven hoe doelen, activiteiten en gebeurtenissen in de wereld zijn georganiseerd. Zij kunnen behulpzaam zijn bij het leren en uitvoeren van de niet-routineaspecten van een leertaak. Stel de conceptuele modellen (wat is dit?), de structurele modellen (hoe zit dit in elkaar?), en de causale modellen (hoe werkt dit?) vast. Maak een grafische voorstelling van elk model waarin duidelijk wordt hoe feiten en eenvoudige schema's (concepten, plannen en principes) aan elkaar zijn gerelateerd. Het analyseren van mentale modellen is gepositioneerd in Figuur 5.

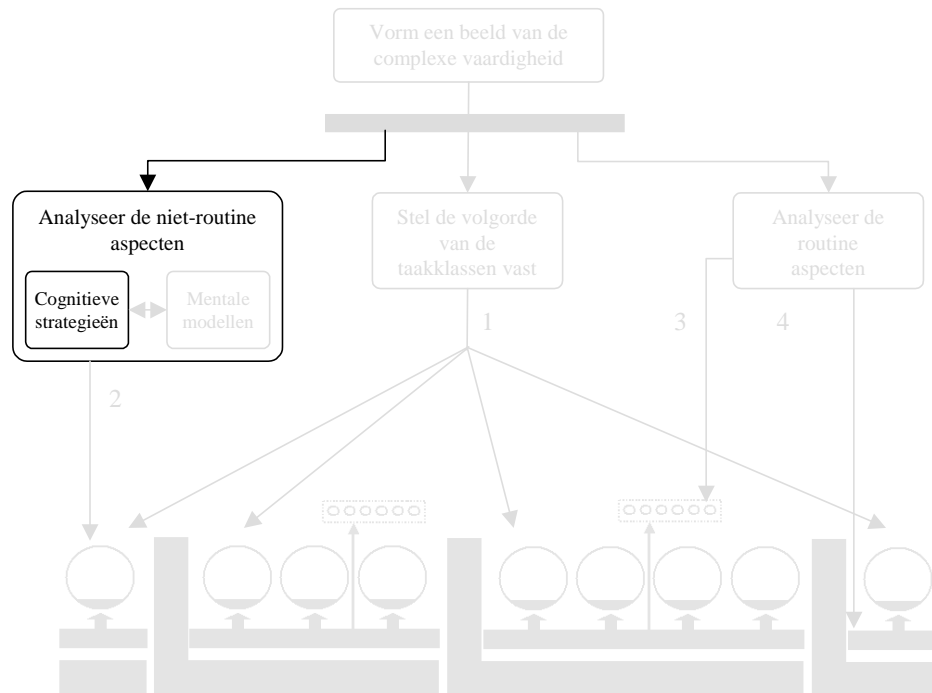


**Figuur 5** Het analyseren van mentale modellen

Voor het analyseren van de mentale modellen, die nodig zijn voor het kunnen uitvoeren van de niet-routineaspecten van een complexe taak, kan met behulp van het systeem Flexibele leerstof een overzicht van de bij de betreffende complexe taak beschikbare leerstof worden gegenereerd. De leerstof van het type ondersteunende informatie bevat informatie met betrekking tot de niet-routineaspecten van de complexe taak. Een groot deel van de benodigde mentale modellen (op het gebied van Integraal Ontwerpen) hoeft dus niet meer ontwikkeld te worden en is al beschikbaar in de vorm van leerstof.

##### **5. Analyseer cognitieve strategieën**

Analyseer de complexe taak zoals een expert die uitvoert om cognitieve strategieën vast te stellen. Cognitieve strategieën geven aan hoe je problemen op een systematische manier kunt aanpakken. Zij kunnen behulpzaam zijn bij het leren en uitvoeren van de niet-routineaspecten van een leertaak. Schrijf de verschillende fasen en de doelen voor deze fasen uit (SPA). Stel de vuistregels vast die kunnen helpen bij het doorlopen van alle (sub)fasen of bereiken van alle (sub)doelen. Het analyseren van cognitieve strategieën is gepositioneerd in Figuur 6.

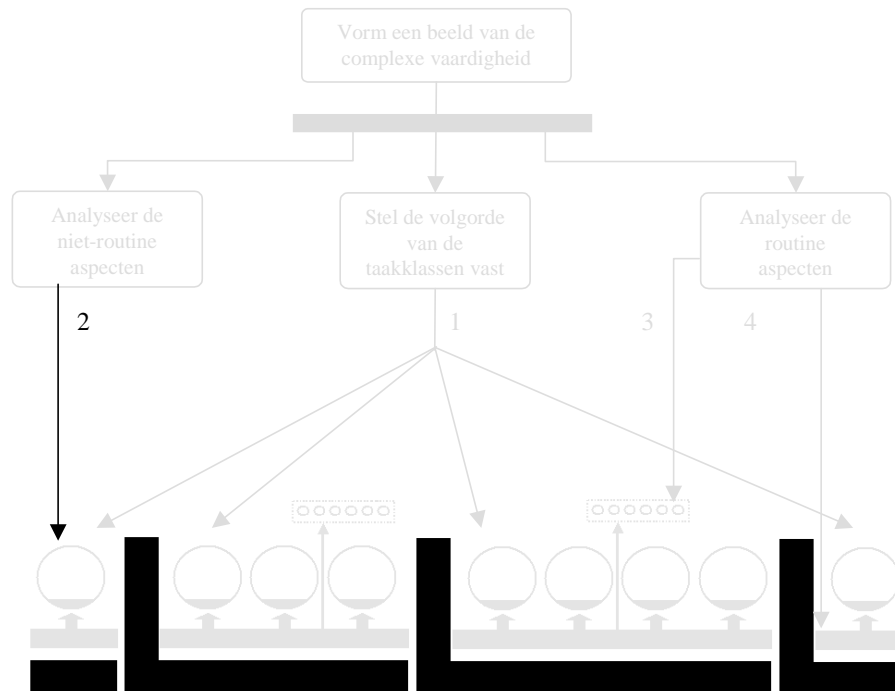


**Figuur 6** Het analyseren van cognitieve strategieën

Voor het analyseren van de cognitieve strategieën die nodig zijn voor het kunnen uitvoeren van de niet-routineaspecten van een complexe taak geldt, net als voor het analyseren van mentale modellen, dat met behulp van het systeem Flexibele leerstof een overzicht van de bij de betreffende complexe taak beschikbare leerstof kan worden gegenereerd. De leerstof van het type ondersteunende informatie bevat informatie met betrekking tot de niet-routineaspecten van de complexe taak. Een groot deel van de benodigde cognitieve strategieën modellen (op het gebied van Integraal Ontwerpen) hoeft dus niet meer ontwikkeld te worden en is al beschikbaar in de vorm van leerstof.

## 6. Ontwerp ondersteunende informatie

Bepaal aan het begin van elke taakklasse de manier waarop de ondersteunende informatie aangeboden wordt. Gebruik in eerste instantie een inductief-presenterende strategie: begin met het presenteren van voorbeelden en werk van daaruit naar algemeenheden toe die in de voorbeelden werden geïllustreerd; deze algemeenheden worden expliciet besproken. Gebruik onder bepaalde condities (bv. als diepgaand begrip noodzakelijk is) een inductief-vragende strategie: begin met het presenteren van voorbeelden en stel daarna leidende vragen die de cursisten helpen om de relaties die belangrijk zijn te ontdekken. Gebruik alleen een deductief-presenterende strategie als er weinig tijd voor instructie beschikbaar is en cursisten al relevante ervaringen hebben opgedaan. Geef tenslotte aan na welke leertaken en hoe cognitieve feedback gegeven moet worden. Het ontwerpen van leerstof in de vorm van ondersteunende informatie is gepositioneerd in Figuur 7.



**Figuur 7** Het ontwerpen van ondersteunende informatie

Net als de eerste component van het innovatieve onderwijsprogramma, leerstof in de vorm van leertaken, heeft de tweede component, leerstof in de vorm van ondersteunende informatie, een aantal wezenlijke kenmerken waaraan het te herkennen is en zich onderscheidt van andere onderwijscomponenten, ondersteunende informatie:

- heeft de vorm van readers, boeken, video's, colleges (presentaties), CD-Rom, internet, Best Practices,
- heeft alleen betrekking op het leren en uitvoeren van niet-routineaspecten van leertaken; het gaat hierbij om aanpak kennis zoals een systematische benadering of vuistregels, maar het in de goede volgorde doorlopen van de fasen en het opvolgen van de vuistregels garandeert niet dat de cursist tot een juiste oplossing komt,
- deze leerstof doet denken aan 'de theorie' die in de meeste onderwijsprogramma's aan de praktijk voorafgaat,
- het betreft alleen inhoudelijke informatie en geen instructies.

Bij het ontwikkelen van de leerstof in de vorm van ondersteunende informatie bij de complexe taken kan gebruik gemaakt worden van de bij dit type leerstof gedefinieerde sjablonen. Hiervoor verwijzen we naar de bijlagen van de publicatie 'Flexibele leerstof voor het IO-Bedrijf'.

#### **4. Analyse en ontwerp voor routinematige aspecten**

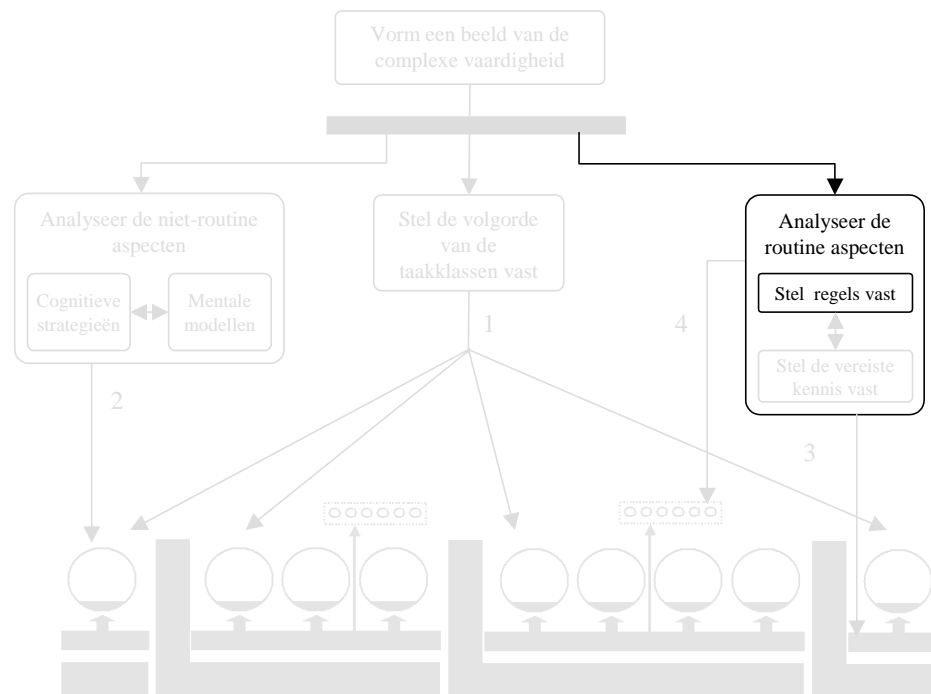
De delen van het innovatieve onderwijsprogramma die betrekking hebben op het aanleren van de routinematige aspecten van de complexe taken betreft Just-in-time (JIT) informatie en deeltaakoefeningen. Just-in-time informatie is alle informatie die een cursist nodig heeft om de routineaspecten van leertaken uit te kunnen voeren. Deze routineaspecten worden verreweg het beste geleerd als de relevante informatie precies wordt aangeboden op het moment dat de cursist deze

nodig heeft. Het aanbieden van de JIT informatie gebeurt daarom bij voorkeur tijdens het werken aan de leertaken.

De term deeltaakoefening verwijst naar het afzonderlijk trainen van bepaalde routineaspecten van een complexe vaardigheid. Het gaat dan om aspecten waarvoor een zeer hoog niveau van automatisering gewenst of vereist is. Cursisten krijgen in de extra training de gelegenheid om deze routineaspecten net zo lang te oefenen totdat zij ze snel, foutloos en – bijna – zonder nadenken kunnen uitvoeren. Ze maken daarbij gebruik van de JIT informatie die precies aangeeft hoe de deeltaak uitgevoerd moet worden. Het voordeel voor een cursist om een routineaspect vrijwel automatisch te kunnen uitvoeren is dat de cursist zijn aandacht dan beter kan richten op de niet-routineaspecten van een complexe vaardigheid, die probleemoplossen en redeneren vereisen, alsmede op de coördinatie en integratie van de routine- en niet-routineaspecten. Deeltaakoefening is alleen effectief nadat een eenvoudige versie van de gehele complexe vaardigheid al aan de cursisten is aangeboden; er moet dus sprake zijn van een vruchtbare cognitieve context.

## 7. Analyseer regels en procedures

Analyseer de complexe taak om de procedures en regels, die de correcte uitvoering van routineaspecten beschrijven, vast te stellen. Het resultaat van de analyse is een algoritme; de uitvoering van dit algoritme door cursisten garandeert dat de doelen van de routine worden bereikt. Het analyseren van regels en procedures is gepositioneerd in Figuur 8.



**Figuur 8** Het analyseren van regels en procedures

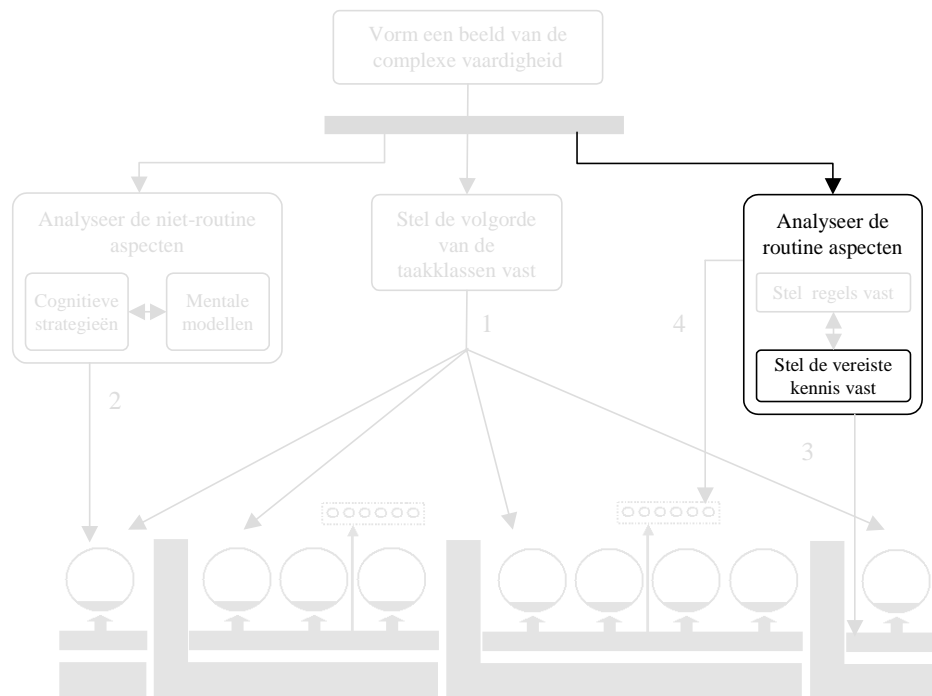
De analyse resulteert in procedures die de vorm hebben van stappenplannen of stroomschema's, of in verzamelingen van regels. Bij procedures is er sprake van een opeenvolging van stappen in de tijd. Voor sommige procedures is het mogelijk om stappen over te slaan, extra stappen te nemen of stappen te herhalen. Beschrijf het stappenplan dan niet lineair maar als een

stroomschema. Bij regels gaat het om een set regels die de cursist moet gebruiken, zonder vaste volgorde. De regels dekken tezamen alle situaties af waarmee de cursist geconfronteerd kan worden.

Ook voor het analyseren van regels en procedures, die nodig zijn voor het kunnen uitvoeren van de routinematige aspecten van een complexe taak, kan gebruik worden gemaakt van het overzicht van de bij de betreffende complexe taak beschikbare leerstof wat met het systeem Flexibele leerstof kan worden gegenereerd. De leerstof van het type JIT informatie bevat informatie met betrekking tot de routinematige aspecten van de complexe taak. Een groot deel van de regels en procedures (op het gebied van Integraal Ontwerpen) hoeft dus niet meer ontwikkeld te worden en is al beschikbaar in de vorm van leerstof.

### 8. Analyseer vereiste kennis

Analyseer na de analyse van procedures en regels de benodigde feiten en concepten. De vraag is steeds: “wat moet een cursist weten om deze procedure of regel correct te kunnen uitvoeren?” Bied de vereiste kennis aan in de vorm van feiten, concepten, plannen of principes. Deze analyse is gepositioneerd in Figuur 9.



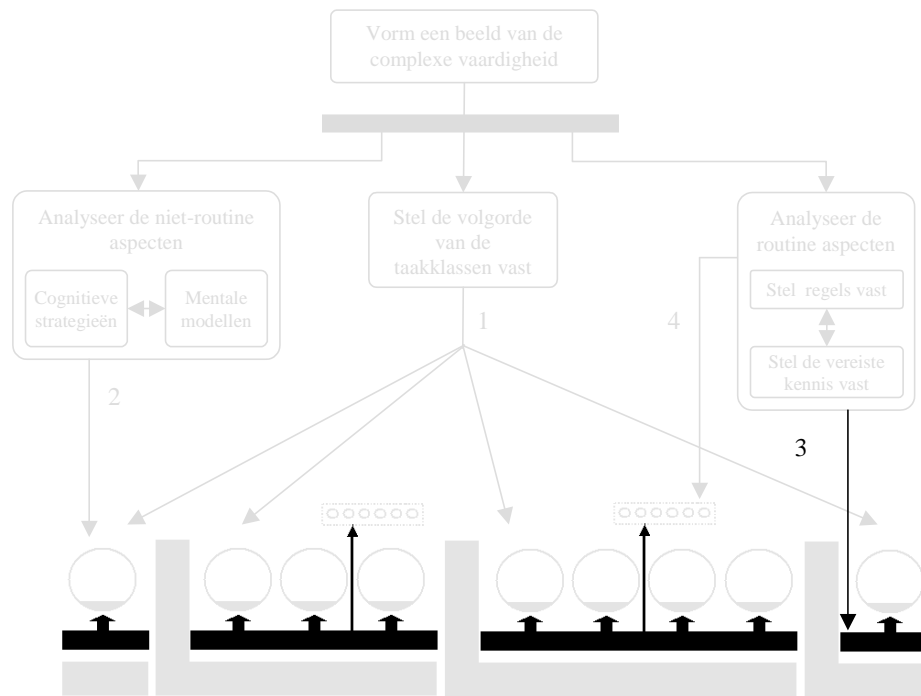
Figuur 9 Het analyseren van de vereiste kennis

Voor het uitvoeren van deze analyse kan gebruik gemaakt worden van hetzelfde leerstofoverzicht uit de voorgaande stap. De leerstof van het type JIT informatie bevat kennis met betrekking tot de routinematige aspecten van de complexe taak. Een groot deel van de kennis hoeft dus niet meer ontwikkeld te worden maar is al beschikbaar in de vorm van leerstof.

### 9. Ontwerp JIT informatie

Ontwerp voor elke leertaak JIT informatie die de cursist nodig heeft om routineaspecten van de leertaak uit te kunnen voeren. Bied JIT informatie aan

op het moment dat de cursist bezig is met de leertaak waarvoor de informatie relevant is. Vermijd het onnodig uit het hoofd leren. Laat de informatie bij de daaropvolgende leertaken, waarvoor de informatie eveneens relevant is, afnemen. Illustreer de procedures en regels met demonstraties; en de concepten met concrete voorbeelden of instanties. Geef bij voorkeur feedback onmiddellijk na het maken van fouten. Deze correctieve feedback bevat informatie over het goed of fout uitvoeren van de routine, een verklaring waarom en hints voor het correct uitvoeren. Het ontwerpen van de JIT informatie is gepositioneerd in Figuur 10.



**Figuur 10** Het ontwerpen van JIT informatie

JIT informatie wordt gepresenteerd tijdens het werken aan betekenisvolle, hele leertaken. Maar daarnaast is het presenteren van JIT informatie vanzelfsprekend ook relevant bij deeltaakoefening, waarbij bepaalde routineaspecten van een complexe vaardigheid afzonderlijk worden getraind om het gewenste hoge niveau van automatisering te bereiken. JIT informatie is dus zowel gekoppeld aan leertaken als aan deeltaakoefeningen. De JIT informatie heeft daarbij alleen betrekking op het (leren) uitvoeren van de routineaspecten en wordt doorgaans direct aan die onderdelen gekoppeld waardoor hij relevant is.

Net als de eerste twee componenten van het innovatieve onderwijsprogramma, leerstof in de vorm van leertaken en ondersteunende informatie, heeft JIT informatie een aantal wezenlijke kenmerken waaraan het te herkennen is en zich onderscheidt van andere onderwijscomponenten, JIT informatie:

- lijkt wat vorm betreft op ondersteunende informatie,
- maar heeft alleen betrekking op routineaspecten,
- bestaat uit procedures, regels, feiten, concepten en (een sjabloon voor) correctieve feedback,
- kan zowel betrekking hebben op de hele leertaken als deeltaken,

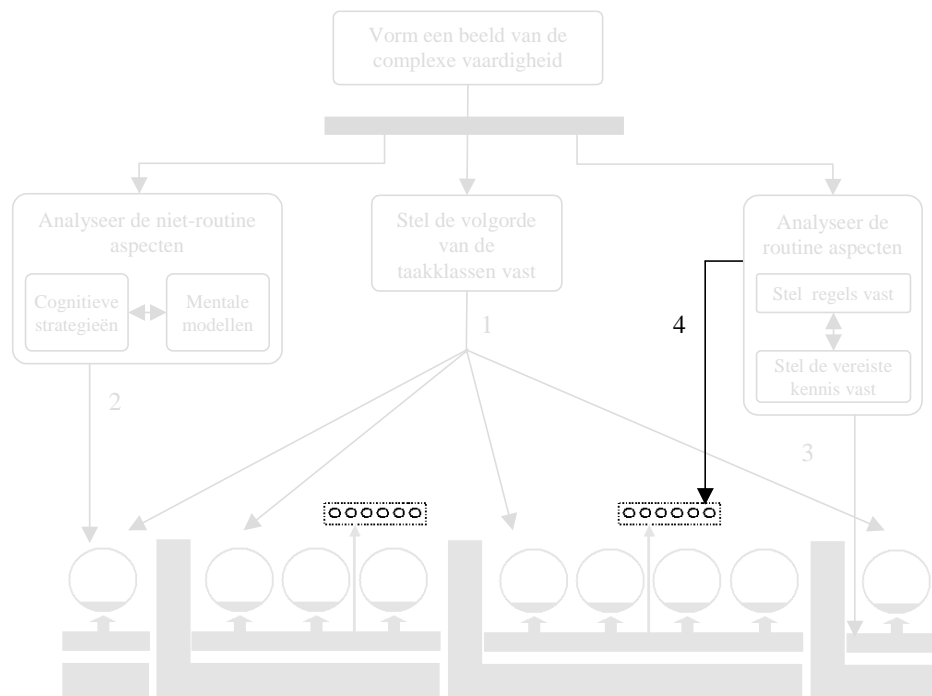


- het betreft alleen inhoudelijke informatie en geen instructies.

Bij het ontwikkelen van de leerstof in de vorm van JIT informatie bij de complexe taken kan gebruik gemaakt worden van de bij dit type leerstof gedefinieerde sjablonen. Hiervoor verwijzen we naar de bijlagen van de publicatie 'Flexibele leerstof voor het IO-Bedrijf'.

## 10. Ontwerp deeltaakoefeningen

Ontwerp deeltaakoefeningen voor het afzonderlijk trainen van die routineaspecten van een complexe vaardigheid waarvoor een hoog niveau van automatisering gewenst of vereist is. Begin pas met het aanbieden van deeltaakoefening als het routineaspect geïntroduceerd is in de leertaken en wissel de deeltaakoefening af met het werken aan leertaken. Bij complexe procedures of grote verzamelingen regels wordt van eenvoudig naar complex geoefend door de procedures en regels op te delen. Gebruik divergente voorbeelden die representatief zijn voor alle situaties waarin de vaardigheid van toepassing is. Laat de criteria voor taakuitvoering langzaam aan verschuiven van (1) accuratesse, naar (2) accuratesse plus snelheid, naar (3) accuratesse plus snelheid plus "timesharing". Om routineaspecten volledig te automatiseren is overlearning nodig (iets vaker doen dan nodig is). Het ontwerpen van deeltaakoefeningen is geïllustreerd in Figuur 11.



**Figuur 11** Het ontwerpen van deeltaakoefeningen

Net als bij de andere componenten van het innovatieve onderwijsprogramma hebben deeltaakoefeningen een aantal wezenlijke kenmerken waaraan het te herkennen is en waarmee het zich onderscheidt van andere onderwijscomponenten, deeltaakoefeningen:

- hebben de vorm van een opdrachtbeschrijving,
- hebben geen betrekking op de gehele taak, maar richten zich juist op het oefenen en automatiseren van deeltaken,

- hebben alleen betrekking op routineaspecten,
- moeten (eventueel) te linken zijn aan samenstellende deelvaardigheden,
- bevatten geen inhoudelijke informatie, maar zijn alleen instructies.

Bij het ontwikkelen van de leerstof in de vorm van deeltaakoefeningen bij (delen van) de complexe taken kan gebruik gemaakt worden van de bij dit type leerstof gedefinieerde sjablonen. Hiervoor verwijzen we naar de bijlagen van de publicatie 'Flexibele leerstof voor het IO-Bedrijf'.

## **5. Beschrijven onderwijsprogramma**

Nadat een beeld is gevormd van de complexe taak die het onderwerp is voor het innovatieve onderwijsprogramma en de benodigde analyse en het ontwerp van de leerstof behorend bij de vier onderwijscomponenten wordt het ontwerp vastgelegd in modulewijzer. Dit is de laatste stap in het proces om te komen tot een innovatief en gedocumenteerd onderwijsprogramma.

### **11. Beschrijf het ontwikkelde onderwijsprogramma in een modulewijzer**

Bij het ontwikkelen van de modulewijzer waarin het voor de betreffende complexe taak ontwikkelde onderwijsprogramma wordt vastgelegd kan gebruik gemaakt worden van het hiervoor gedefinieerde sjabloon, zie Bijlage 3: .

Allereerst wordt de context beschreven waarin de competentie-bevordering plaatsvindt. De kern van een modulewijzer is vervolgens de blauwdruk van het onderwijsprogramma gestructureerd aan de hand van de taakklassen en de leertaken die daarbinnen in het onderwijsprogramma zijn gedefinieerd. In deze blauwdruk wordt de samenhang van de onderwijscomponenten beschreven, zoals abstract en generiek gevisualiseerd in het grafische model wat ontleend is aan Van Merriënboer, voor het uitvoeren van de competentiebevordering voor een specifieke complexe taak. Ook kunnen de bestanden die de benodigde leerstof bevatten voor het uitvoeren van het onderwijsprogramma beschreven worden.

## **Bijlage 2: Modulewijzer voorbeelduitwerking**

Deze bijlage bevat de modulewijzer van de voorbeelduitwerking van de toepassing van de bouwstenen voor competentieontwikkeling en de in deze publicatie beschreven methode, met gebruik van de leerstofbibliotheek bibl-IO.

## **Modulewijzer**

Onderwerp : Modulewijzer voorbeelduitwerking  
Titel : Competentiebevordering rondom het toepasbaar maken van kennis  
Onderwijscomponent : Modulewijzer  
Trefwoorden : Productkennis toepasbaar maken  
Samenvatting :  
Modulewijzer bij de complexe taak: De kennis m.b.t. nieuwe product(delen) toepasbaar maken voor het uitvoerende proces.

### **1. Context**

Deze module realiseert competentiebevordering voor het kunnen uitvoeren van de complexe taak: 'het op basis van gestructureerd vastgelegde kennis m.b.t. nieuwe product(delen) ontwikkelen van een integrale productconfigurator ter ondersteuning van het uitvoerende proces'.

Deze module is ontwikkeld ten behoeve van het competentie-ontwikkelingsproces van medewerker Robert Koelman van het fictieve bedrijf Pick & Place B.V., een bedrijf dat zich bezighoudt met het ontwikkelen en exploiteren van machines voor de productie en assemblage van een grote verscheidenheid aan producten.

### **2. Onderwijsprogramma**

Het onderwijsprogramma voor competentiebevordering van deze module volgens het Viercomponentenmodel van Van Merriënboer is hieronder weergegeven. Voor meer informatie over het Viercomponentenmodel wordt verwezen naar de publicatie 'Flexibele leerstof voor het IO-Bedrijf op basis van rollen, taken en competenties'. Het onderwijsprogramma is onderverdeeld in een drietal taakklassen.

<p><b>Taakklasse 1:</b> Cursisten worden geconfronteerd met uitgewerkte Best Practices waarin een productconfigurator ontwikkeld is.</p>		
<p><b>Ondersteunende informatie:</b> <i>Werkcollege</i>  Cursisten volgen een werkcollege waarin het ontwikkelen van een productconfigurator wordt gepositioneerd in het IO-assenkruis. Ook wordt de basis van de systeemleer toegelicht en het ontwikkelen van bedrijfsprocessen. Vervolgens worden de stappen in het ontwikkel- en uitvoeringsproces van een productconfigurator worden toegelicht aan de hand van de Sales Engineeringmatrix. Er worden voorbeelden getoond van de verschillende aspecten (werktuigbouwkundig, bedrijfskundig en ICT) van het ontwikkelen van een productconfigurator.</p> <p>Beschikbare bestanden zijn:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• BestPractice.Best_Practices_GMV-2.Theorie.2.01.pdf</li> <li>• BestPractices.BestPracticeAweta.Theorie.2.01.pdf</li> <li>• BPM.Ontwikkelen_Bedrijfsprocessen.Theorie.2.01.pdf</li> <li>• PCF.Analyse.Presentatie.2.01.ppt</li> <li>• PCF.Introductie_PCF.Presentatie.2.01.ppt</li> <li>• Systeemleer.Inleiding_Systeemleer.Presentatie.2.01.ppt</li> <li>• Systeemleer.Inleiding_Systeemleer.Theorie.2.01.doc</li> </ul>		
<p><b>Ondersteunende informatie:</b> <i>Demonstratieles</i>  Voor de cursisten wordt de nieuwe werkwijze voor het Sales Engineeringproces gedemonstreerd aan de hand van de ontwikkelde productconfigurator van de GMF Schillijn.</p> <p>Beschikbare bestanden:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• PCF.Demo_IO-Tools.Applicatie.2.01.zip</li> <li>• PCF.Film_IHC.Applicatie.2.01.mpg</li> <li>• PCF.Uitvoeren_Sales_Engineering.Theorie.3.01.pdf</li> <li>• PCF.Uitvoeren_PCF.Presentatie.3.01.ppt</li> <li>• PCF.Handleiding_PCF.Theorie.3.01.doc</li> </ul>		
<p><b>Leertaak 1.1:</b> <i>Uitgewerkt voorbeeld (case study)</i>  Cursisten krijgen de uitgewerkte Best Practice waarin het ontwikkelproces van de productconfigurator voor de GMF Schillijn staat beschreven. De cursisten moeten de Best Practice bestuderen, de stappen in het ontwikkelproces kunnen verklaren.</p>		
<p><b>Leertaak 1.2:</b> <i>Uitgewerkt voorbeeld (case study)</i>  Cursisten krijgen de uitgewerkte Best Practice waarin het ontwikkelproces van de productconfigurator voor de Rijsonderbreker van WP-Haton staat beschreven. De cursisten moeten de Best Practice bestuderen en de stappen in het ontwikkelproces kunnen verklaren.</p>		
<p><b>Leertaak 1.3:</b> <i>Uitgewerkt voorbeeld (case study)</i></p>		

Cursisten krijgen de uitgewerkte Best Practice waarin het ontwikkelproces van de productconfigurator voor de Zuigbuisbok van IHC staat beschreven. De cursisten moeten de Best Practice bestuderen en de stappen in het ontwikkelproces kunnen verklaren.		
---	--	--

**Beschikbare bestanden voor de leertaken:**

Leertaak 1.1:

- BestPractice.BestPracticeGMF\_Bijlage04\_Detail.2.01.ppt
- BestPractice.BestPracticeGMF\_Bijlage04\_Overview.2.01.ppt
- BestPractice.BestPracticeGMF\_Bijlage05.2.01.ppt
- BestPractice.BestPracticeGMF\_Bijlage07.2.01.ppt
- BestPractices.BestPracticeGMF.Theorie.2.01.pdf
- BestPractices.BestPracticeGMF\_Bijlage01.Theorie.2.01.doc
- BestPractices.BestPracticeGMF\_Bijlage02.Theorie.2.01.doc
- BestPractices.BestPracticeGMF\_Bijlage03.Theorie.2.01.doc
- BestPractices.BestPracticeGMF\_Bijlage04\_schutblad.Theorie.2.01.doc
- BestPractices.BestPracticeGMF\_Bijlage05\_schutblad.Theorie.2.01.doc
- BestPractices.BestPracticeGMF\_Bijlage06\_inhoud.Theorie.2.01.doc
- BestPractices.BestPracticeGMF\_Bijlage06\_schutblad.Theorie.2.01.doc
- BestPractices.BestPracticeGMF\_Bijlage07\_schutblad.Theorie.2.01.doc

Leertaak 1.2:

- BestPractices.BestPracticeWP-Haton.Theorie.2.01.pdf
- BestPractices.BestPracticeWP-Haton\_Bijlage01.Theorie.2.01.doc
- BestPractices.BestPracticeWP-Haton\_Bijlage02.Theorie.2.01.doc
- BestPractices.BestPracticeWP-Haton\_IDEF-0.Presentatie.2.01.ppt
- BestPractices.BestPracticeWP-Haton\_Productmodel.Presentatie.2.01.ppt
- BestPractices.BestPracticeWP-Haton\_Productmodel\_detail.Presentatie.2.01.ppt

Leertaak 1.3:

- BestPractice.BestPracticeIHC\_Actor\_IST.2.01.pdf
- BestPractice.BestPracticeIHC\_BPM\_IST.2.01.ppt
- BestPractice.BestPracticeIHC\_IDEF-0\_Scenario1.2.01.ppt
- BestPractice.BestPracticeIHC\_IDEF-0\_Scenario2.2.01.ppt
- BestPractice.BestPracticeIHC\_IDEF-0\_Scenario3.2.01.ppt
- BestPractice.BestPracticeIHC\_Productmodel.2.01.ppt
- BestPractice.BestPracticeIHC\_Storyboard1.2.01.ppt
- BestPractice.BestPracticeIHC\_Storyboard2.2.01.ppt
- BestPractice.BestPracticeIHC\_Storyboard3.2.01.ppt
- BestPractices.BestPracticeIHC.Theorie.2.01.pdf
- BestPractices.BestPracticeIHC\_Beschrijving\_Scenarios.Theorie.2.01.doc

**Taakklasse 2:** Cursisten moeten zelfstandig een productconfigurator ontwikkelen voor een eenvoudig product.

**Ondersteunende informatie:** *Werkcollege*

Cursisten volgen een werkcollege waarin het ontwikkelen van een productmodel wordt behandeld. Het doel en de werkwijze voor het ontwikkelen worden besproken, de elementen van een productmodel worden toegelicht en het hamburgermodel wordt geïntroduceerd. Aan de hand van voorbeelden van de GMF Schillijn worden de belangrijkste resultaten van het hamburgermodel gedemonstreerd.

Beschikbare bestanden:

- BestPractices.BestPracticeGMF.Theorie.2.01.pdf
- BestPractices.BestPracticeGMF\_Bijlage04\_schutblad.Theorie.2.01.doc
- BestPractice.BestPracticeGMF\_Bijlage04\_Detail.2.01.ppt
- BestPractice.BestPracticeGMF\_Bijlage04\_Overview.2.01.ppt
- BestPractices.BestPracticeGMF\_Bijlage05\_schutblad.Theorie.2.01.doc
- BestPractice.BestPracticeGMF\_Bijlage05.2.01.ppt
- BestPractices.BestPracticeGMF\_Bijlage06\_inhoud.Theorie.2.01.doc
- BestPractices.BestPracticeGMF\_Bijlage06\_schutblad.Theorie.2.01.doc
- BestPractices.BestPracticeGMF\_Bijlage07\_schutblad.Theorie.2.01.doc
- BestPractice.BestPracticeGMF\_Bijlage07.2.01.ppt
  
- Productmodel.Productmodelleren.Presentatie.2.01.pdf
- Productmodel.Productmodelleren.Theorie.2.01.pdf
- Productmodel.Richtlijnen\_Productmodel.Presentatie.3.01.ppt
- Productmodel.Theorie\_Productmodel.Theorie.2.01.pdf
- Productmodel.Voorbeelden\_Productmodel.2.01.ppt
- Productmodel.Voorbeeld\_Schillijn.Presentatie.2.01.ppt
- Productmodel.Voorbeeld\_Schillijn.Theorie.2.01.doc
  
- PCF.Ontwikkelen\_PCF.Presentatie.3.01.ppt
- PCF.Ontwikkelen\_Productconfigurator.Theorie.3.01.pdf

**Ondersteunende informatie:** *Werkcollege*

Cursisten volgen een werkcollege waarin het ontwikkelen van de lay-out en het ontwikkelen van een 2D en 3D CAD-applicatie worden behandeld. Het doel en de werkwijze voor het ontwikkelen van de lay-out van het systeem, de installatie of machine komen aan de orde. Tevens wordt ingegaan op de wijze waarop symbolen kunnen worden vastgelegd en welke gegevens hiervoor nodig zijn. Als voorbeeld worden een aantal symbolen getoond die ontwikkeld zijn voor de GMF Schillijn.

Beschikbare bestanden:

- Lay-out.Ontwikkelen\_Lay-out.Theorie.2.01.pdf
  
- CAD-applicatie.2D\_Powerpoint.Theorie.2.01.pdf
- CAD-applicatie.3D\_CAD.Theorie.2.01.pdf
- CAD-applicatie.Ontwikkelen\_CAD-applicatie.Presentatie.2.01.ppt

**Ondersteunende informatie:** *Werkcollege*

Cursisten volgen een werkcollege waarin het ontwikkelen van artikelgegevens wordt toegelicht. Het gaat hierbij om de stuklijst-, calculatie- en offertegegevens.



Het doel en de werkwijze voor het ontwikkelproces worden toegelicht. Vervolgens wordt de nieuwe werkwijze van het genereren van de stuklijst, calculatie en offerte uitgebreid toegelicht en afgezet tegen de oude werkwijze. Aan de hand van de GMF Schillijn worden de diverse aspecten en resultaten van het ontwikkelen van artikelgegevens duidelijk gemaakt.

Beschikbare bestanden:

- Artikelclassificatie.Het\_coderen\_van\_symbolen.Presentatie.2.01.ppt
- Artikelclassificatie.Ontwikkelen\_Artikelgegevens.Presentatie.2.01.ppt
- Artikelclassificatie.Ontwikkelen\_Artikelgegevens.Theorie.2.01.pdf
- Artikeldatabase.Ontwikkelen\_Artikeldatabase.Theorie.2.01.pdf

<p><b>Leertaak 2.1: Projectopdracht</b> Cursisten ontwikkelen in een groep een productconfigurator voor een fiets wat een tamelijk eenvoudig product is. Ook moeten de cursisten deze productconfigurator kunnen positioneren in het bedrijfsproces, moeten ze een model van het bedrijfsproces kunnen maken en een schatting kunnen uitwerken voor de verbetering van de efficiency.</p>	<p><b>Aanbieden JIT informatie:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Werkcolleges voor uit te voeren taken.</li> <li>• Hand-outs</li> <li>• Leidraad Invoering</li> </ul>	
<p><b>Leertaak 2.2: Projectopdracht</b> Cursisten ontwikkelen in een groep een productconfigurator voor een vervormingsmachine, wat een tamelijk eenvoudig product is. Ook moeten de cursisten deze productconfigurator kunnen positioneren in het bedrijfsproces, moeten ze een model van het bedrijfsproces kunnen maken en een schatting kunnen uitwerken voor de verbetering van de efficiency.</p>	<p><b>Aanbieden JIT informatie:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Werkcolleges voor uit te voeren taken.</li> <li>• Hand-outs</li> <li>• Leidraad Invoering</li> </ul>	

Beschikbare bestanden voor de leertaken:

Algemeen:

- Artikelclassificatie.Analysestappen\_en\_documentatie.Presentatie.3.01.ppt
- Artikeldatabase.Ontwikkelen\_Artikeldatabase.Presentatie.3.01.ppt
- BPM.Activiteitendiagram.Presentatie.3.01.ppt
- BPM.Actormodel.Theorie.3.01.doc
- BPM.IDEF-0.Presentatie.3.01.ppt
- BPM.IDEF0.Theorie.3.01.doc
- BPM.Modellen.Presentatie.3.01.ppt
- Lay-out.Ontwikkelen\_Symbolen.Presentatie.3.01.ppt
- Systeemleer.Modulair\_Ontwerpen.Presentatie.3.01.ppt

Leertaak 2.1:

- PCF.Casus\_Fiets.Presentatie.Opdracht.1.01.ppt
- PCF.Casus\_Fiets\_FAS-documentatie.Uitwerking.1.01.doc

- PCF.Casus\_Fiets\_Stappen.Uitwerking.1.01.doc
- PCF.PCF\_Fiets.Applicatie.4.01.zip

Leertaak 2.2:

- BestPractices.BestPracticeVervormingsmachine.Opdracht.1.01.ppt
- BestPractices.BestPracticeVervormingsmachine.Theorie.2.01.pdf
- BestPractices.BestPracticeVervormingsmachine.Uitwerking.1.01.ppt
- BestPractices.BestPracticeVervormingsmachine\_Bijlage01.Presentatie.2.01.ppt
- BestPractices.BestPracticeVervormingsmachine\_Bijlage02.Presentatie.2.01.ppt
- BestPractices.BestPracticeVervormingsmachine\_Bijlage03.Presentatie.2.01.ppt
- BestPractices.BestPracticeVervormingsmachine\_Bijlage04.Presentatie.2.01.ppt
- BestPractices.BestPracticeVervormingsmachine\_Bijlage05.Presentatie.2.01.ppt
- BestPractices.BestPracticeVervormingsmachine\_Bijlage06.Theorie.2.01.doc
- BestPractices.BestPracticeVervormingsmachine\_Casus\_PSE.Opdracht.4.01.doc

**Taakklasse 3:** Cursisten moeten zelfstandig een productconfigurator ontwikkelen voor een complex product uit de eigen werkomgeving of bedrijfspraktijk.

**Ondersteunende informatie:** *Werkcollege*

In een kick-off meeting waaraan de cursisten deelnemen worden de belangrijkste elementen van het ontwikkelproces nog eens in herinnering geroepen en wordt de gang van zaken en de communicatie tijdens het uitvoeren van de opdrachten toegelicht.

Beschikbare bestanden:

- PCF.Ontwikkelen\_PCF.Presentatie.3.01.ppt
- PCF.Uitvoeren\_PCF.Presentatie.3.01.ppt
  
- Datamanagement.Werkwijze\_Bottom-up\_invoering.2.01.ppt
- Datamanagement.Werkwijze\_Casus\_Bottom-up\_Invoering.Presentatie.2.01.ppt

**Leertaak 3.1:** *Projectopdracht*

De cursist voert een projectopdracht uit waarbij de kennis met betrekking tot het nieuwe modulaire type pick and place unit middels een productconfigurator toepasbaar wordt gemaakt voor het uitvoerende proces van het Sales Team. Van het ontwikkelproces dient een verslag geschreven te worden. Tevens dienen de resultaten gepresenteerd te worden.

**Aanbieden JIT informatie:**

- Sheets van werkcolleges voor uit te voeren taken.
- Hand-outs
- Leidraad Invoering

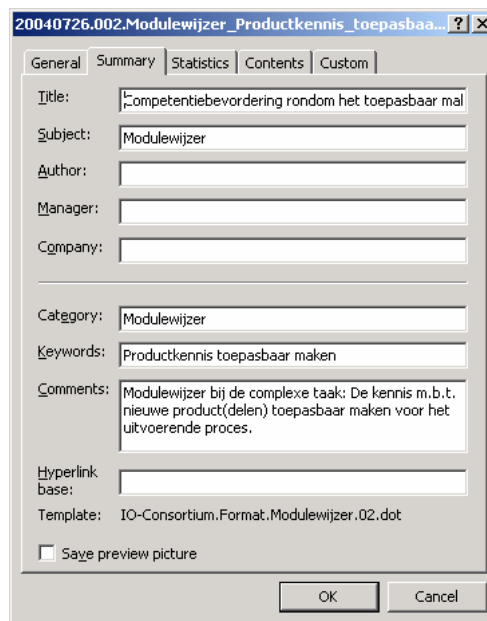
### Bijlage 3: Standaard leerstofformats

De opgewerkte leerstof kan van een uniforme lay-out en indeling worden voorzien met behulp van standaard formats. Dit zijn formats van het IO-Consortium die de IO-leerstof beheert. In de onderstaande figuur is weergegeven welke formats geschikt zijn om toe te passen voor de verschillende componenten van het model van Van Merrienboer.

	Leertaken	Ondersteunende info	JIT info	Deeltaakoefening
Modulewijzer		X	X	
Presentatie	X	X	X	X
Theorie		X	X	
Handleiding		X	X	
Opdrachtschrijving	X			X
Voorbeelduitwerking	X			X

Figuur 1 Formats bij onderwijscomponenten

Bij het toepassen van de formats is het verstandig ook metadata informatie in te vullen. Deze informatie wordt vervolgens automatisch in het document weergegeven. In Figuur 2 is een voorbeeldscherm vanuit MS Word (optie properties in menu file) te zien om metadata informatie in te vullen.



Figuur 2 Voorbeeldscherm MS Word voor metadata informatie

In het onderstaande zullen de verschillende formats worden toegelicht die gebruikt worden tijdens het uniformeren van de leerstof.

**Modulewijzer**

Dit is een ontwerp van een innovatief onderwijsprogramma op het niveau van een complexe taak volgens het model van Van Merriënboer.

**Presentatie**

Een presentatie (meerdere sheets) in powerpoint formaat aan de hand waarvan informatie wordt overgedragen.

**Theorie**

Een document waarin informatie wordt verstrekt over een bepaald onderwerp. Bijvoorbeeld een dictaat, een reader, een paper, o.i.d.

**Handleiding**

Een handleiding bij een onderwijsinstrument waarin beschreven wordt hoe met het instrument omgegaan moet worden.

**Opdrachtschrijving**

Een document waarin een door cursisten uit te voeren opdracht wordt beschreven.

**Voorbeelduitwerking**

Een document met een voorbeelduitwerking van een opdracht.

## **Bijlage 4: Onderwijsvormen**

### **Hoorcollege (Lecture)**

Het hoorcollege is wereldwijd en in alle onderwijssoorten de meest toegepaste onderwijsvorm. Omdat een docent een hele klas of volle collegezaal toespreekt lijkt dit een efficiënte werkvorm. Het leerrendement is echter zeer gering. Binnen drie maanden hebben de studenten 95% van het gedoeerde vergeten. Dit getal is een gemiddelde. Uiteraard zijn er (hoog)leraren die hun gehoor altijd kunnen boeien, maar daarin slaagt – en dat is een vuistregel van onderwijskundigen - maar 5 tot 10 % van de docenten. Een goede vakman is nog geen goede docent.

Een docent kan een hoorcollege bij een complexe leertaak (of bij enkele opeenvolgende gelijksoortige complexe leertaken) mits de studenten aangeven de behoefte te hebben aan theoretische verdieping teneinde hun leertaak uit te kunnen voeren. Dat is de essentie van vraaggestuurd leren. De veronderstelde leereffectiviteit is daarbij groter dan bij een ongevraagd aanbod van leerstof.

### **Lezen (reading)**

Een andere veelvuldig toegepaste onderwijsvorm is het lezen van een studieboek of collegedictaat. Omdat colleges lang niet altijd effectief zijn bereiden veel studenten zich op tentamens voor door zelfstandig collegedictaten te lezen. Men doet dat vaak daags voor het tentamen en maakt er zich niet druk om dat drie maanden later 90% van de tekst is weggezakt.

Als de te lezen teksten evenwel noodzakelijk zijn om een complexe IO-leertaak uit te kunnen voeren zal het leereffect toenemen. Veel teksten zijn toegankelijk via de flexibele leerstofarchitectuur. Daarnaast zijn er veel verwijzingen naar boeken en websites.

### **Audiovisuele presentaties**

Leerstof blijft beter hangen als er audiovisuele ondersteuning is. De combinatie van woord en beeld appelleert aan emotionele ervaringen, wat het leereffect versterkt. Niet elke powerpointpresentatie heeft echter hetzelfde effect. Dia's met veel tekst helpen niet. Wat wel helpt zijn grafieken, schema's, cartoons, animaties. Tot deze categorie kunnen we ook rekenen inspirerende voorbeelden, demonstratievideo's, werkbezoeken en excursies. Via de IO- leerstofarchitectuur zijn er vele powerpointpresentaties beschikbaar.

### **Demonstratielessen**

In demonstratielessen combineert een docent theorie en instructie met audiovisuele hulpmiddelen en met het vertonen van experimenten, animaties, werkende prototypes, natuurkunde- of scheikunde proeven of zelfs professionele handelingen zoals het leggen van een las, het uitvoeren van een meting of het voeren van een functioneringsgesprek. De IO- leerstofarchitectuur biedt instructiefilms en software zoals voor het berekenen van de energiebalans van een gebouw.

### **Werkcollege**

In een werkcollege behandelt een docent een oplossingsmethode of een verwerkingsstrategie en laat studenten daarmee ter plekke oefenen. Het is een combinatie van instructie, voordoen, nadoen, werken in groepen en individuele terugkoppeling in discussie. Andere termen voor soortgelijke werkvormen zijn responsiecollege en discussiecollege.

Een werkcollege kan een welkome afwisseling zijn voor studenten die met leervragen zitten tijdens het uitvoeren van complexe leertaken.

### **Probleemgestuurd onderwijs (PGO)**

Een alternatief voor het college is PGO. De Maastrichtse universiteit heeft hiermee sinds de jaren zeventig de toon gezet. Studenten krijgen frequent een casus voorgelegd waarover ze groepsgewijs leervragen formuleren. Met zelfstudie zoeken ze antwoorden op die vragen en ze bespreken de resultaten met elkaar in dezelfde groep. Studenten gebruiken de zevensprong om het proces te sturen. Een tutor begeleidt groepen van tien studenten twee maal twee uur per week. Toetsen van kennis gebeurt met een voortgangstoets. Het blijkt dat kennis, aldus opgedaan, veel langer blijft hangen dan via hoorcolleges.

Een deel van de IO-kennis zou zich wellicht lenen voor PGO maar er zijn nog cases ontwikkeld. Ook is er nog geen geschikte toetsdatabank waarmee kennis kan worden getoetst. Als docenten voor bepaalde onderdelen het van belang vinden dat studenten theoretische kennis opdoen dan is het raadzaam dat leerproces in een PGO-vorm te gieten.

### **Training of practicum**

Het grote leereffect van een vaardigheidstraining is gelegen in het zelf ervaren, in de directe terugkoppeling, in het toetsen van theorie aan praktijk. Soms gaat het om het verwerven van manuele vaardigheden voor het kunnen uitvoeren van routinetaken. Het inoefenen van vaardigheden in een practicum of in een laboratoriumsituatie is vooral effectief als er iets te experimenteren valt, als studenten hun creativiteit kunnen gebruiken. Sommige opleidingen kennen voorgeprogrammeerde 'kookboekpractica'; deze hebben weinig zin. Bij een vaardigheidstraining kunnen ook interview- en onderzoekvaardigheden aan bod komen. Andere termen zijn: skills lab, praktijktraining, praktijkoefening en ook master class. Studenten kunnen het werken aan complexe leertaken afwisselen met deelopdrachten waarin ze deelvaardigheden trainen.

### **Projectonderwijs (PO)**

Van projectonderwijs spreken we als een groep studenten binnen een bepaalde tijd een opdracht uitvoert en daarover verslag uitbrengt. Een ideaal projectteam is zelfsturend. Sturingsinstrument is een projectplanning met een stappenplan, taakverdeling en voortgangsbewaking. Zelfsturing houdt in dat de systeemgrenzen duidelijk zijn afgebakend en dat de sturnormen voor de groep identiek zijn aan de beoordelingsnormen. De rollen van coach enerzijds en opdrachtgever en beoordelaar anderzijds zijn gescheiden. Stuur- en beoordelingsnormen hebben niet alleen betrekking op het te ontwerpen product maar ook op teamwork, dataverwerking, projectmatig werken en in mindere mate op kennis vergaren; daartoe is PGO meer geëigend. Het werken aan complexe leertaken is te beschouwen als een zeer geschikte vorm van PO.

### **Praktijkstages**

Aan praktijkstages hechten opleidingen doorgaans grote waarde vanwege de onderdompeling in het 'echte' leven. Doorgaans heeft een praktijkstage de vorm van een project voor één student gedurende een periode van enkele maanden. Het succes van een praktijkstage is sterk afhankelijk van de inzet en motivatie van de student, van de aansturing en regelmatige terugkoppeling door bedrijfsbegeleider en de opleidingsmentor, van de variatie aan leermomenten, de rijkheid aan omgevingsimpulsen en bewegingsvrijheid en de beschikbaarheid van tools. Een goede stage draagt bij aan beroepspraktijkvorming waarbij de werkbegeleider een

onderwijstaak heeft. Als de complexe leertaak zich afspeelt in een praktijksituatie zullen het leereffect en de voldoening doorgaans maximaal zijn.

### **Presenteren**

Het grootste leereffect treedt op als studenten aan elkaar iets uit moeten leggen. Door zich te verdiepen in het willen informeren van anderen zijn studenten gedwongen tot de kern door te dringen, tot abstraheren en concretiseren, tot boven de stof te gaan staan. Zo zou het leereffect van bijvoorbeeld hoorcolleges aanzienlijk toenemen als de docent de helft van de tijd zou inruimen om groepjes studenten een inleidende presentatie te laten geven en anderen daarop te laten reageren. Van les geven leert de lesgever het meest. Essentieel onderdeel van de complexe leertaak is dan ook het presenteren van het project.





## **Bijlage 5: Toetsinstrumenten**

### **Schriftelijke toets met open vragen**

De meest bekende beoordelingsvorm is de schriftelijke toets, het proefwerk of de kennistoets met open vragen. Op open vragen zijn meestal meerdere goede antwoorden mogelijk. Nadeel van beoordeling via zo'n schriftelijke toets is de onzekere validiteit en betrouwbaarheid. Uit onderzoek blijkt dat de interbeoordelaarsbetrouwbaarheid van het beoordelen van antwoorden op open vragen niet hoog is. Bij gesloten vragen ligt dat gunstiger.

Een schriftelijke toets ligt niet voor de hand bij het beoordelen van de competenties die tijdens een complexe leertaak ontwikkeld zijn.

### **Multiple choice test**

Voor het beoordelen van kennis en inzicht zijn ook multiple choice testen beschikbaar. Voordeel is de betrouwbaarheid en de efficiëntie. Waarom worden MC-tests dan niet vaker ingezet? Veel docenten zien op tegen het werk vooraf en ze hebben bovendien het idee dat een open vraag beter inzicht geeft in wat een kandidaat kan en kent. Zodra evenwel een opleiding het toetsen uit de sfeer van 'de autonomie van de docent' haalt en het toetsbeleid als een brede verantwoordelijkheid ziet komen MC-tests eerder tot stand.

Ook een MC-test ligt niet voor de hand na afloop van een complexe leertaak. In de eerste plaats niet omdat het om bredere vaardigheden dan alleen kennis gaat en in de tweede plaats omdat het kennisniveau ook is af te lezen aan de kwaliteit van het project. Bovendien zijn er nog geen MC-tests beschikbaar voor het toetsen van specifieke IO-kennis.

### **Voortgangstoets**

Een bijzondere toepassing van MC-toetsen zien we bij de voortgangstoets. Dit is een toets die bestaat uit een grote verzameling traditionele toetsvragen- en opgaven, die met elkaar de expertkennis dekken die studenten in de loop van de studie dienen te verwerven. De voortgangstoets meet, onafhankelijk van leeftijd, studievoortgang en ervaring, op welk professioneel kennisniveau een beroepsbeoefenaar zich bevindt. Voor het technische domein is er materiaal ontwikkeld en verschillende HBO-instellingen gebruiken al een uitgebreide databank met MC-toetsen. Voor IO is er geen toets ontwikkeld.

### **Assessments**

Naast het afnemen van tentamens om kennis te testen is het ook van belang te beoordelen of kennis en vaardigheden daadwerkelijk in worden gezet in de beroepssituatie. Als we recht willen doen aan individuele verschillen in beroepsidentiteit zullen we standaardgestuurd beoordelen moeten vervangen door assessment. Het accent ligt traditioneel op het meten van prestaties met behulp van vaste maatstaven; bij een assessment evenwel heeft de kandidaat zelf een inbreng bij de maatstaven. Bij het werven van personeel hebben bedrijven en gespecialiseerde bureaus al tientallen jaren ervaring opgedaan met veel assessmentvormen. Kandidaten worden in een praktijkgerelateerde laboratoriumsituatie gebracht en moeten dan beroepstaken uitvoeren.

### **Peer-review**

Beoordelaars van buiten de opleiding spelen een grotere rol en eveneens is er een toenemende rol van zelfbeoordeling door studenten en peer-beoordeling door medestudenten, zowel in formatieve (ontwikkelingsgerichte) als in summatieve

(beslissingsgerichte) beoordelingssituaties. Het leren beoordelen van zichzelf en anderen zal steeds belangrijker worden in opleidingen. Bij het beoordelen van complexe leertaken zullen peer assessments een belangrijke rol spelen. Het team organiseert bijvoorbeeld minstens drie maal een teamreflectie waarin een aantal teamsaspecten ter sprake komen en ieders bijdrage daaraan. De teamleden geven elkaar permanent feed back en geven een verantwoording van alle bestede uren.

### **Portfolio (met POP)**

Portfolio is het product dat ontstaat als een persoon uit een zelf gevulde, al dan niet elektronische vergaarbak van allerlei plannen, producten (werkstukken, verslagen, video-opnamen van eigen handelen in beroepssituaties en dergelijke) en ideeën naar wens en behoefte een selectie maakt, daarin structuur aanbrengt en het geheel presentabel maakt ten behoeve van een doel.

### **Kritische beroepssituatie**

Een kritische beroepssituatie is een confrontatie van een kandidaat met een beroepsgerelateerde probleemstelling die een appel doet op zijn kerncompetenties. De situatie, bestaande uit een situatiebeschrijving en een opdracht, wordt ten tijde van het assessment aan de kandidaat voorgelegd, doorgaans in een simulatie.

### **Doorlopende leerlijnen**

Er kunnen doorlopende lijnen zijn tussen beoordelen als onderdeel van het instructieproces (ten dienste van het leren beoordelen), beoordelen in formatieve zin en beoordelen in summatieve zin. Belangrijk is dat summatieve beoordelingen door assessorenpanels goed aansluiten bij formatieve beoordelingen door docenten, stagebegeleiders en medestudenten.

### **360-graden feedback**

Bij 360-graden feedback krijgt een werknemer feedback op het eigen functioneren van verschillende personen uit de werkomgeving, zoals de leidinggevende, collega's, medewerkers, klanten en leveranciers. Daarnaast geeft de feedbackontvanger zijn eigen mening over het functioneren.

Op dit moment wordt 360-graden feedback vooral gebruikt ter ondersteuning van personeelsontwikkeling. De feedback is in dat geval aanleiding voor de feedbackontvanger om bepaalde competenties te ontwikkelen.

### **Zelfbeoordeling**

Deelnemers aan de bedrijfsopleiding worden, bijvoorbeeld door middel van een vragenlijst, zelf verzocht aan te geven in hoeverre hun werkgedrag veranderd is als gevolg van de opleiding. Deze methode wordt veel gebruikt. Bij het uitvoeren van een leertaak houdt ieder voor zich een projectverslag bij en maakt daarin melding van de eigen leermomenten. Ieder teamlid beschrijft de leerervaringen en legt die vast in een portfolio.